



(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 808 206 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.10.1998 Patentblatt 1998/43

(51) Int. Cl.⁶: B01D 35/143, B01D 37/04

(21) Anmeldenummer: 96904050.0

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP96/00560

(22) Anmeldetag: 09.02.1996

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 96/24426 (15.08.1996 Gazette 1996/37)

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM KOSTENORIENTIERTEN BETRIEB EINER KONDITIONIERVORRICHTUNG, INSbesondere EINES FILTERS

PROCESS AND DEVICE FOR COST-ORIENTED OPERATION OF A CONDITIONING DEVICE, PARTICULARLY A FILTER

PROCEDE ET DISPOSITIF PERMETTANT D'EXPLOITER EN TENANT COMPTE DES COUTS UN DISPOSITIF DE CONDITIONNEMENT, EN PARTICULIER UN FILTRE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(74) Vertreter:
Kahlhöfer, Hermann, Dipl.-Phys. et al
Patent- und Rechtsanwälte
Bardehle, Pagenberg, Dost, Altenburg,
Geissler, Isenbruck
Uerdinger Str. 5
40474 Düsseldorf (DE)

(30) Priorität: 10.02.1995 DE 19504327

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 2 457 844 DE-A- 3 116 610
DE-A- 3 835 672

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.11.1997 Patentblatt 1997/48

(73) Patentinhaber:
Tepcon Engineering Gesellschaft mbH
42579 Heiligenhaus (DE)

(72) Erfinder: EIMER, Klaus
D-40883 Ratingen (DE)

EP 0 808 206 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingeleitet, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur kostenorientierten Überwachung und/oder Anzeige des Betriebszustandes einer austauschbaren oder regenerierbaren von einem Fluid durchflossenen Konditionierzrichtung in einer Gesamtanlage, insbesondere eines Filters, wobei mittels mindestens eines Sensors kontinuierlich oder in Abständen mindestens ein Meßwert gemessen wird, aus dem sich der Verbrauchszustand der Konditionierzrichtung ableiten läßt.

Anlagen dieser Art sind seit langem bekannt. So werden beispielsweise in [1] "H.G. Heitmann: Praxis der Kraftwerk-Chemie. Vulkan-Verlag, Essen (1986)" mehrere Anlagen der bekannten Art beschrieben: Dabei handelt es sich beispielsweise um Kerzenfilter (siehe [1], Seite 166 ff.) mit als Filterkerzen ausgebildeten Filterelementen zur mechanischen Reinigung von Flüssigkeiten, die z.B. mit Metallflies in unterschiedlicher Maschenweite oder mit Fäden aus Kunststoffen umwickelt sein können. Es werden auch sogenannte Anschwemfilter eingesetzt (siehe [1], Seite 148 ff.), bei denen das Filterelement mit einer Filterhilfsmittelschicht belegt wird. Filter dieser Art werden nach Erreichen eines bestimmten Druckverlustes durch Spülung mit sauberer Flüssigkeit in umgekehrter Richtung oder mit einem Regeneriermittel regeneriert.

Auch in [2] "Grundlagen für Industrielle Wassebehandlung. Drew Chemical Corporation, Boonton, New Jersey, USA (1980)" sind Anlagen der bekannten Art beschrieben: Dies sind z.B. mit Kies, Sand oder Anthrazit gefüllte Behälter (siehe [2], Seite 24 ff.), die von der zu reinigenden Flüssigkeit durchströmt und nach Erreichen eines bestimmten Druckabfalles mit Flüssigkeit oder Druckluft rückgespült werden.

In Druckluftanlagen werden ebenfalls Filter mit kerzenförmigen Filterelementen mit sehr feinen Poren eingesetzt, die nach Erreichen eines bestimmten Druckabfalles durch Austauschfilterelemente zu ersetzen sind.

Auch in der Kraftfahrzeugtechnik haben Filter die Aufgabe, die Motoren vor festen Verunreinigungen zu schützen. In [3] "P. Gerigk et al: Kraftfahrzeugtechnik. Westermann-Verlag, Braunschweig (1994)" sind auf Seite 162 ff. Filter mit sehr unterschiedlichen Filterelementen für die Filterung von Luft, Kraftstoff und Öl beschrieben. Auch die Filterelemente dieser Filter werden nach Verbrauch durch neue ersetzt.

Weitere Konditionierzrichtungen der bekannten Art beschreibt [1] auf Seite 149 ff.: Magnetfilter, besonders Elektromagnetfilter reinigen Flüssigkeiten von ferromagnetischen Verunreinigungen. In diesem Fall bilden z.B. Metallkugeln das Filterelement, die in einem von einer Elektrosaule umgebenen und von der zu reinigenden Flüssigkeit durchströmten Filterbehälter gehalten werden. Die Erschöpfung des Filters ist durch Differenzdruckmessung zu erkennen.

Bei anderen Konditionierzrichtungen der bekannt-

ten Art handelt es sich beispielsweise um Entsalzungsanlagen, bei denen salzreiches Wasser mit Filtermembranen ausgerüstete Filterelemente durchläuft und nach dem Prinzip der Umkehrosmose (siehe [1], Seite 229 ff.) in salzarmes Permeat und salzreiches Konzentrat getrennt wird. Bei diesen Anlagen wird der Verbrauchszustand der Filterelemente durch eine Druckmessung kontrolliert und bei Erreichen eines bestimmten Druckes eine Regenerierung eingeleitet. Auch Ionenaustauscher kommen als Konditionierzrichtungen für die Entsalzung zum Einsatz (siehe [1], Seite 135 ff.).

Konditionierzrichtung für Fluide, auf die sich die Erfindung bezieht, meint allgemein alle Vorrichtungen und Anlagen, die Fluide konditionieren, also beispielsweise von mechanischen oder chemischen Verunreinigungen reinigen oder gelöste Inhaltsstoffe entfernen oder die Temperatur oder den Aggregatzustand des Fluids ändern. Die oben aufgeführten Beispiele beschreiben insofern nur unvollständig den weiten Bereich der Konditionierzrichtungen, auf die sich die Erfindung bezieht. So kommen in Klimaanlagen Luftfilter zum Einsatz, Trinkwasser wird über Aktivkohlefilter von Geruchsstoffen befreit. Allen diesen beschriebenen und allen weiteren bekannten Anlagen, auf die sich die Erfindung bezieht, ist gemeinsam, daß es Konditionierzrichtungen für Fluide sind, diese Konditionierzrichtungen einem Verbrauch unterliegen und spätestens nach völligem technischen Verbrauch regeneriert oder ausgetauscht werden müssen. Der Verbrauchszustand wird dadurch ermittelt, daß kontinuierlich oder in Abständen mindestens ein Meßwert gemessen wird, aus dem sich der Verbrauchszustand ableiten läßt.

Zur Regenerierung oder zum Austausch der Konditionierzrichtungen sind diese in vielen Fällen teilweise oder vollständig außer Betrieb zu nehmen. Dazu wird von mehreren parallel angeordneten Konditionierzrichtungen jeweils eine durch Schließen von Absperrarmaturen vom Fluidstrom isoliert, so daß der Betrieb der Gesamtanlage nicht unterbrochen werden muß.

Es sind auch Vorrichtungen bekannt, mit denen Teilbereiche der Konditionierzrichtung, insbesondere mehrere in einem einzigen Gehäuse angeordnete Teilfilterelemente, nacheinander zuströmseitig oder zu- und abströmseitig vom Fluidstrom isoliert und dann einer Regenerierung unterzogen werden können, ohne daß der Fluidstrom durch das Gehäuse unterbrochen werden muß. Eine derartige Vorrichtung ist beispielsweise in der deutschen Patentschrift DE 41 07 432 beschrieben.

Es sind auch Konditionierzrichtungen bekannt, bei denen die Regenerierung zwar mit Aufwendungen und Kosten verbunden ist, jedoch ohne jede Betriebsunterbrechung durchgeführt werden kann.

Insgesamt entstehen für die Regenerierung oder den Austausch der Konditionierzrichtungen Aufwendungen an Regeneriermittel und/oder Reinigungsener-

gie und/oder Personalaufwendungen und/oder Stillstandskosten und/oder Kosten für die Austauschelemente und die Entsorgung der verbrauchten Elemente. Daher wird üblicherweise die Regenerierung oder der Austausch auf einen Verbrauchszustand der Konditionierzrichtung festgelegt, der nahe am völligem technischen Verbrauch liegt, bei dem gewissermaßen eine technologische Grenze erreicht wird.

Natürlich gibt es auch vielfältige Konzepte, den Anlagenbetrieb unter Berücksichtigung der Kosten der Konditionierzrichtungen zu optimieren. Dies erfolgt typischerweise bei der Auslegung von Anlagen durch Festlegung bestimmter Abhängigkeiten der anlagen-spezifischen Parameter. Dies hat den Nachteil, daß einmal optimierte Konditionierstrategien nicht auf unterschiedlich anfallenden Konditionierbedarf, geänderte Kosten von Konditioniermitteln und/oder schwankende Energiekosten reagieren. Bei Produktions-einrichtungen wird z. B. der Ausstoß an Produkt zum entscheidenden Arbeitskriterium genommen, wobei Produktionszeiten und Stillstandszeiten mit unterschiedlichen Kostenfaktoren gewichtet werden.

Nachteilig bei dieser Vorgehensweise ist, daß die Auswirkungen des Verbrauchszustandes der Konditionierzrichtung auf die Betriebskosten der Gesamtan-lage nur unzureichend berücksichtigt werden. Mit zunehmendem Verbrauch ändern sich technologische Eigenschaften der Konditionierzrichtung in der Regel derart, daß bei der Gesamtanlage höhere Betriebskosten entstehen. Beispielsweise steigt der Druckverlust an einem mit konstantem Fluidmengenstrom durchflossenen Filter zur mechanischen Reinigung von Fluiden von Verunreinigungen bei konstantem Betrag des Fluidmengenstroms beträchtlich an, was eine erhöhte Pumpenleistung zur Aufrechterhaltung des Fluidmengenstroms und damit höheren Energieverbrauch bewirkt. Die Leistungsfähigkeit von Konditionierzrichtungen wird von deren Anbietern vorwiegend mit langer "Standzeit" begründet, wozu beispielsweise für Filterkerzen in Druckluftanlagen der die Notwendigkeit eines Austauschs signalisierende Grenzwert für den Druckverlust sehr hoch angegeben wird. Dieser beträgt beispielsweise für eine Filterkerze ca. 500 mbar, die im sauberen Zustand bei Nenndurchfluß einen Druckverlust von 35 mbar aufweist. Der Betreiber wartet bei diesem Beispiel mit dem Austausch der Filterkerze gegen eine neue mindestens so lange, bis der beschriebene Grenzwert für den Druckverlust erreicht ist. In vielen Fällen wird der Betreiber den Austausch sogar noch weiter hinauszögern, um möglichst geringe Aufwendungen für die Beschaffung neuer Filterkerzen und den Austausch zu haben, ohne in sehr vielen Fällen den Anstieg der Betriebskosten der Gesamtanlage überhaupt zu bedenken. Unvorteilhaft ist auch, daß in vielen Fällen die Konditionierzrichtungen zeitlich schwankenden Betriebsbedingungen unterliegen, z.B. einen zeitlich schwankenden Fluidmengenstrom aufweisen. Beispielsweise ändert sich bei demselben Verbrauchs-

zustand der Druckverlust einer Filterkerze beträchtlich, was die übliche Verbrauchsanzeige über den Druckverlust in der Aussagefähigkeit sehr einschränkt.

5 Dieser Stand der Technik ist nicht nur für den einzelnen Betreiber unvorteilhaft, da die erhöhten Betriebskosten der Gesamtanlage beträchtlich höher sein können als die Aufwendungen für Regenerierung oder Austausch der Konditionierzrichtung. Auch volkswirtschaftlich und hinsichtlich des Umweltschutzes ist der beschriebene Stand der Technik nachteilig, da Kosten und Umweltschädigung durch vermeidbaren Energieverbrauch ständig zunehmen. Bedeutsam in diesem Sinne ist auch, daß bei dem einzelnen Betreiber in den meisten Fällen das für die Bewertung der Betriebskosten der Gesamtanlage notwendige technische und betriebswirtschaftliche Fachwissen nicht vorausgesetzt werden kann.

10 Es sind zwar auch Verfahren und Vorrichtungen bekannt, welche die Druckdifferenzanzeige auf einen bestimmten Wert des Fluidmengenstroms beziehen und damit von den Zufälligkeiten der Druckdifferenzmessung befreien (DE 42 24 721 A1), oder sogar eine Aussage über die zu erwartende Restlebensdauer bis zum technologischen Verbrauch ermöglichen (EP 0 527 136 A1). Dies alles überwindet jedoch nicht die oben beschriebenen Nachteile des Standes der Technik.

15 Auch durch die DE 31 16 610 werden die Nachteile des Standes der Technik nicht überwunden. Diese Offenlegungsschrift offenbart ein Verfahren zur Steuerung eines Filters, bei dem die Steuerung nach charakterisierenden Kriterien erfolgt. Dazu wird eine Effektivität eines Filtrationsvorganges definiert, die von einer maximalen Filterleistung sowie von sogenannten Selbstkosten des Filterbetriebes während einer Reihe von Betriebszyklen des Filters abhängen. In einem Betriebszyklus ist zum einen die Betriebszeit, aber auch die Austauschzeit eines Filters enthalten. Die in dieser Schrift mit P definierte Triebkraft eines Filtrationsvorganges wird nun in Abhängigkeit von der maximalen Effektivität des Filtrationsvorganges und eines Druckverlustes über den Filter eingestellt. Sogenannte Hilfsarbeitsgänge sowie Unterbrechungen des Filterbetriebes werden dabei in Abhängigkeit von der Filtrationszeit bzw. der Anzahl von Filtrationszyklen festgelegt. Eine optimale Steuerung eines Filters soll sich ergeben, wenn zuerst das Effektivitätskriterium eines Filtrationsvorganges berechnet wird, woran sich die Bestimmung eines Extremwertes des Effektivitätskriteriums nach der Zeit, der Triebkraft und der Filtrationszykluszahl anschließt. Entsprechend den dabei gefundenen Werten soll das Abstellen des Filters zur Durchführung von Hilfsarbeitsgängen, eine Vorgabe für einen Anfangswert der Triebkraft des Filtrationsvorganges und die Unterbrechung einer Filtration zum Austausch oder zur vollständigen Regenerierung des Filters vorgenommen werden. Um die in der Formel des Effektivitätskriteriums auftretenden Zeiten, die Dauer des Filtrationsarbeitsganges, die Dauer der Hilfsarbeitsgänge sowie die

Dauer der vollständigen Regenerierung oder des Austausches des Filters untereinander bewerten zu können, weisen diese kostenmäßige Zeitmaßstäbe auf. Diese weisen den einzelnen Zeiten jeweils eine Gewichtung zu, wobei diese Gewichtungen im Falle einer Realisierung der Filtersteuerung nach dem Leistungsmaximum jeweils den Wert 1 annehmen. Ausgehend von diesem Verfahren zur Steuerung eines Filters, bei dem die Zeit kostenmäßig gewichtet wird, ist es nun Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur kostenorientierten Überwachung und/oder Anzeige des Betriebszustandes einer austauschbaren oder regenerierbaren von einem Fluid durchflossenen Konditionierzvorrichtung zu schaffen, wobei selbst bei einem Leistungsmaximum Kosten noch berücksichtigt werden. Insbesondere soll der notwendige Austausch oder die notwendige Regenerierung der Konditionierzvorrichtung nicht dann angezeigt werden, wenn diese technologisch verbraucht ist oder die Maximierung der Filterleistung dies erforderlich würde, sondern dann, wenn dies kostenorientiert sinnvoll ist. Auch die Schaffung einer entsprechenden Vorrichtung ist Aufgabe der Erfindung. Zur Lösung dieser Aufgabe dienen ein Verfahren nach Anspruch 1 und eine Vorrichtung nach Anspruch 20. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den jeweils abhängigen Ansprüchen angegeben.

Ein wesentliches Merkmal der Erfindung ist, daß die Auswirkungen des Verbrauchszustandes der Konditionierzvorrichtung auf die Betriebskosten der Gesamtanlage in die Überlegungen zum Austausch oder zur Regenerierung der Konditionierzvorrichtung einbezogen und gegen die Kosten des Austauschs oder der Regenerierung selbst abgewogen werden, so daß insgesamt ein Kostenminimum erreicht wird.

Erfindungsgemäß wird mindestens ein Meßwert, aus dem sich der Verbrauchszustand der Konditionierzvorrichtung ableiten läßt, einer Auswertelektronik zugeführt und aus dem Meßwert der aktuelle Verbrauchszustand ermittelt. Bei diesen Meßwerten kann es sich um einen Differenzdruck, um die Durchflußmenge des Fluids, um die Konzentration eines im Fluid gelösten Bestandteils, um eine Differenz zwischen zwei Konzentrationen, um eine Drehzahl, um eine Temperatur oder andere Meßwerte handeln. Anhand in der Auswertelektronik gespeicherter Daten und/oder funktionaler Abhängigkeiten werden die Auswirkungen des Verbrauchszustandes der Konditionierzvorrichtung auf die Betriebskosten der Gesamtanlage zumindest näherungsweise bestimmt, die Kosten für ein Austauschen oder Regenerieren der Konditionierzvorrichtung ermittelt und mit den Auswirkungen des Verbrauchszustandes auf die Betriebskosten der Gesamtanlage verglichen. Über eine Ausgabeeinheit erfolgt ein Signal oder eine Anzeige an einem Anzeigegerät für den Zeitpunkt, ab dem der Austausch oder die Regenerierung kostensparender ist als der Weiterbetrieb hin zum vollständigen technischen Verbrauch der Konditionierzvorrichtung. Es ist ein wesentliches Ergebnis der Erfin-

dung, daß sich bei erfindungsgemäßer kostenorientierter Überwachung der Konditionierzvorrichtungen unter Beachtung der Auswirkungen des Verbrauchszustandes der Konditionierzvorrichtungen auf die Betriebskosten der Gesamtanlage überraschenderweise in der Regel eine deutlich kürzere "wirtschaftliche Lebensdauer" ergibt, als sie als "technische Lebensdauer" selbst von Fachingenieuren angegeben und vom Betreiber der Konditionierzvorrichtungen in der Regel auch beachtet wird.

Eine besondere Ausführungsform der Erfindung, die beispielhaft näher beschrieben wird, betrifft ein Filterelement zur Reinigung von Fluiden, bei dem sich der Strömungswiderstand mit zunehmendem Verbrauch erhöht. Der erhöhte Strömungswiderstand wiederum verursacht zu seiner Überwindung höhere Betriebskosten in der Gesamtanlage, in der das Filterelement eingesetzt ist, z.B. durch erhöhte Kompressorleistung in einer Druckluftversorgungsanlage.

Bevorzugt werden der Druckverlust über die Konditionierzvorrichtung und die Durchflußmenge des Fluidstromes gemessen, der die Konditionierzvorrichtung durchströmt. Bei vielen Anlagen ist allerdings der Durchfluß näherungsweise konstant oder die ermittelten Ergebnisse hängen kaum vom Durchfluß ab, so daß näherungsweise die Berechnungen auch mit einem als etwa konstant angesehenen Durchfluß nur mittels des gemessenen Druckverlustes durchgeführt werden können.

Auch soll in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform zusätzlich weiterhin der technische Verbrauch der Konditionierzvorrichtung überwacht und angezeigt werden. Zusätzlich kann auch eine Vorhersage über den ungefähren Zeitabstand bis zum technischen Verbrauch gemacht werden.

Bevorzugt soll die Ermittlung der Meßwerte in vor gebaren Zeitintervallen erfolgen, die wiederum insbesondere 1 Minute bis 24 Stunden betragen sollen, natürlich abhängig von der Zeitspanne in der sich der Betriebszustand signifikant ändern kann. Die Messung in größeren Zeitintervallen hat besonders dann Vorteile, wenn die Energieversorgung der später beschriebenen Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens mittels Batterie erfolgt, und durch Messen in größeren Zeitintervallen die Lebensdauer der Batterie verlängert werden kann. Die Zeitintervalle müssen jedoch so kurz sein, daß eine aussagekräftige Bewertung des Verbrauchszustandes der Konditionierzvorrichtung möglich ist.

Überraschenderweise sind die Kosteneinsparungen bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens gegenüber dem Stand der Technik ganz beträchtlich. So ergeben sich beispielsweise für eine Druckluftfilterkerze, die ganzjährig mit einem Druckluftstrom von etwa 2.900 Nm³/h bei 7 bar Absolutdruck durchströmt wird und bei technischem Verbrauch nach einer Betriebszeit von 1 Jahr bei einem Differenzdruck von 500 mbar gegen eine neue Filterkerze (Neuzustand

35 mbar; Austauschkosten DM 900) ausgetauscht wird, ein Energiemehrverbrauch des Luftkompressors von ca. 20.000 kWh im Jahr durch den mit der Verschmutzung der Filterkerze verbundenen Druckdifferenzanstieg, wenn man den Wirkungsgrad des Luftkompressors mit 65 % annimmt. Bei einem Preis für die elektrische Energie von DM 0,15 je kWh ergeben sich Kosten für den Energiemehrverbrauch von ca. DM 3.000 im Jahr und Gesamtkosten von ca. DM 3.900 einschließlich der Austauschkosten für die Filterkerze. Bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur kostenorientierten Überwachung des Betriebszustandes würde ein Signal nach einer Betriebszeit der Filterkerze von etwa 7,5 Monaten erfolgen, das den Austausch der Filterkerze bei diesem Verbrauchszustand empfiehlt. Zu diesem Zeitpunkt hätte die Filterkerze bei gleichbleibendem Druckluftstrom einen Energiemehrverbrauch am Kompressor von nur ca. 6.200 kWh in 7,5 Monaten. Auf das Jahr umgerechnet ergibt sich ein Energiemehrverbrauch von ca. 9.900 kWh oder ca. DM 1.500 und insgesamt ca. DM 2.900 einschließlich der anteiligen Austauschkosten für die Filterkerze. Die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ergibt insgesamt eine Energieeinsparung von 10.100 kWh - dies sind 50% des gesamten Energiemehrverbrauchs oder eine Kosteneinsparung von etwa DM 1.000 im Jahr, wobei die erhöhten Austauschkosten berücksichtigt sind. Dies zeigt, daß sowohl die umweltschützenden als auch die betriebswirtschaftlichen Effekte der Erfindung ganz beträchtlich sind.

Bei Produktionsanlagen können bei den Kosten für Energiemehrverbrauch auch fiktive Kosten für Minderproduktion bzw. verringerte Wertschöpfung aufgrund des Zustandes der Konditionierzvorrichtung enthalten sein, wodurch erfindungsgemäß auch der Produktpreis bei der Steuerung berücksichtigt wird.

Eine bevorzugte Form des erfindungsgemäßen Verfahrens verläuft wie folgt: Meßwerte sind der Differenzdruck des Filterelementes und der Fluidmengenstrom durch das Filterelement (wenn nicht etwa konstant). Im wesentlichen aus den ab Inbetriebsetzung des regenerierten oder ausgetauschten Filterelementes bis zum Zeitpunkt der Messung aufsummierten Betriebsmehrkosten der Gesamtanlage durch den erhöhten Differenzdruck des Filterelementes und den Kosten für Regenerierung oder Austausch des Filterelementes wird die Kostensumme gebildet. Aus der Kostensumme werden die mittleren Betriebskosten pro Zeiteinheit berechnet unter der Annahme, daß das Filterelement zum derzeitigen Zeitpunkt regeneriert oder ausgetauscht würde. Sobald die mittleren Betriebskosten pro Zeiteinheit über dem Zeitablauf betrachtet den niedrigsten Wert erreicht haben, wird über eine Warnanzeige das Regenerieren oder der Austausch des Filterelementes empfohlen. Diese bevorzugte Ausbildung des Verfahrens zur kostenorientierten Überwachung des Betriebszustandes betrachtet das Betriebsspektrum für die Filterkerze nach Druckverlust und Fluid-

5 mengenstrom für den gesamten vergangenen Zeitraum ab Regenerierung oder Austausch und nimmt für die zukünftige Entwicklung, das heißt für den nächsten Betriebszyklus, ein ähnliches Betriebspesumrum an. Ein besonders bevorzugtes Verfahren enthält die folgenden Schritte:

- a. Berechnung und Speicherung eines Leistungsverlustes (ΔN), welchen die Verschmutzung des Filterelementes wegen des damit verbundenen erhöhten Differenzdruckes (DP) verursacht, als Funktion ($\Delta N = f(DP)$) des Differenzdruckes (DP) in einem Funktionsspeicher der Auswerteelektronik;
- b. Ermittlung des augenblicklichen Differenzdruckes (DPa) in vorgegebenen Zeitintervallen (ΔTa) aus den Meßwerten (Sdp);
- c. Ermittlung des augenblicklichen Leistungsverlustes ($\Delta N(n)$) anhand der im Funktionsspeicher gespeicherten Funktion ($\Delta N = f(DP)$);
- d. Ermittlung des augenblicklichen Energieverlustes (ΔEa), welchen der ermittelte Leistungsverlust (ΔN) im letzten Zeitintervall (ΔTa) verursacht hat, insbesondere nach der Formel

$$25 \Delta Ea = \Delta Ta \cdot (\Delta N(n) + \Delta N(n-1)) / 2,$$

wobei der augenblickliche Leistungsverlust $\Delta N(n-1)$ zu Beginn und der augenblickliche Leistungsverlust $\Delta N(n)$ am Ende des letzten Zeitintervall (ΔTa) gilt;

- e. Bildung einer Energiesumme (ΔE) vorzugsweise aller augenblicklichen Energieverluste (ΔEa), die in allen zu einem Gesamtzeitintervall ($\Delta T1$) aufsummierten Zeitintervallen (ΔTa) seit dem Beginn des Betriebes des Filters mit einem sauberen Filterelement entstanden sind;
- f. Bildung einer Kostensumme (ΣK), vorzugsweise nach der Formel $\Sigma K = \Delta E \cdot X + Kk + Ks$, die insgesamt bei einem Austausch oder einer Regeneration des Filterelementes zum derzeitigen Zeitpunkt ($T1$) entstehen würden, wobei X die Kosten der Energieeinheit angibt, Kk die Kosten des neuen Filterelementes oder die Kosten der Regeneration des Filterelementes und Ks sonstige mit dem Betrieb des Filters und Regeneration oder Austausch und Entsorgung des verschmutzten Filterelementes verbundenen Kosten;
- 40 g. Berechnung von vorzugsweise mittleren Betriebskosten pro Zeiteinheit (Kbm) für das Gesamtzeitintervall ($\Delta T1$), insbesondere nach der Formel $Kbm = \Sigma K / \Delta T1$;
- 45 h. Berechnung der augenblicklichen Ableitung nach der Zeit (t) der mittleren Betriebskosten pro Zeiteinheit, insbesondere nach der Formel $A(n) = (Kbm(n) - Kbm(n-1)) / \Delta Ta$, und Speicherung dieses Wertes der augenblicklichen Steigung ($A(n)$) in einem Betriebswertspeicher;
- 50 i. Auslösung einer Warnanzeige auf einem Anzeigegerät, wenn die augenblickliche Steigung

(A(n)) einen Wert gleich oder größer als Null annimmt.

In weiteren Ausbildungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens wird durch Extrapolation des Verlaufs der mittleren Betriebskosten pro Zeiteinheit über der Zeit die Restlebensdauer des Filterelementes bis zum empfohlenen Austausch oder Regenerierung berechnet und zur Anzeige gebracht. Dies ermöglicht dem Betreiber eine vorausschauende Planung der Wartungsarbeiten.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist gleichermaßen anwendbar für Konditionierzrichtungen, bei denen das verbrauchte Filterelement durch Austausch erneuert wird, wie für solche, bei denen das Filterelement regeneriert wird, vorzugsweise durch Rückspülen mit sauberem Fluid oder durch ein Regeneriermittel.

Für regenerierbare Konditionierzrichtungen wird in einer bevorzugten Ausbildung der Erfahrung aus der Vielzahl der nach erfolgter Regenerierung des Filterelementes für den jeweils abgeschlossenen Betriebzyklus und den Beginn des jeweils neuen gespeicherten kennzeichnenden Betriebsdaten die Auswirkung der Regenerierungen auf die Betriebskosten der Gesamtanlage zumindest näherungsweise bestimmt und mit den Kosten eines Austauschs der Konditionierzrichtung verglichen. Dies ist dann besonders vorteilhaft, wenn die Regenerierung die Konditionierzrichtung nicht in einen "Neuzustand" zurückversetzen kann, sich also trotz Regenerierung ein schleichernder Verbrauch der Konditionierzrichtung einstellt, der mit der Zeit zu steigenden Betriebskosten führt. Nach Vergleich der über mehrere aufeinander folgende Betriebszyklen ansteigenden Betriebskosten der Gesamtanlage mit den Kosten eines Austauschs der Konditionierzrichtung erfolgt eine an einem der Konditionierzrichtung zugeordneten Anzeigegerät eine Anzeige ab dem Zeitpunkt, ab dem der Austausch insgesamt kostenloser ist als die Regenerierung. Diese Vorgehensweise ist praktisch eine doppelte, überlagerte Anwendung des erfindungsgemäßen Konzeptes. In einer ersten Stufe wird kostenorientiert entschieden, wann jeweils eine Regenerierung stattfindet. Dem überlagert wird eine Überwachung, wann die Vorrichtung ausgetauscht werden sollte. In der zweiten Stufe gehen sämtliche Betriebskosten der ersten Stufe und die Kosten der jeweils durchgeführten Regenerierungen in die Betrachtung ein und werden mit den Kosten bei Austausch der Vorrichtung verglichen. Beide Stufen arbeiten prinzipiell unabhängig voneinander, jedoch werden in der zweiten Stufe alle Kosten aus der ersten Stufe weiterverarbeitet.

Wie anhand der Zeichnungen noch näher erläutert wird, dient zur Lösung der gestellten Aufgabe auch eine Vorrichtung gemäß den Ansprüchen 20, 21 oder 22 mit Weiterbildungen und Ausführungen gemäß den davon jeweils abhängigen Ansprüchen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung und deren

Umfeld werden anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert, und zwar zeigen:

5 Fig. 1 eine als Filter ausgebildete Konditionierzrichtung nach dem Stand der Technik,
 10 Fig. 2 eine als Filter ausgebildete erfindungsgemäße Konditionierzrichtung mit austauschbarem Filterelement,
 15 Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel für die Durchführung des Verfahrens,
 20 Fig. 4 eine andere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Konditionierzrichtung mit einem regenerierbaren Filterelement,
 25 Fig. 5 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Konditionierzrichtung mit besonderer Messung der Meßwerte DP und V, und
 30 Fig. 6 bis 8 verschiedene Ausführungsformen von Aufsätzen für Konditionierzrichtungen, insbesondere Filteranzrichtungen, mit denen Differenzdruckmessungen und/oder deren erfindungsgemäße Auswertungen und/oder Eingaben und Anzeigen erfolgen können. Solche Aufsätze oder Teile davon können auch unabhängig von der oben beschriebenen Filtersteuerung vorteilhaft eingesetzt werden.

Fig. 1 zeigt schematisch und beispielhaft eine Konditionierzrichtung (1), wie sie nach dem Stand der Technik aufgebaut ist und betrieben wird. Das Filter (4) besteht aus einem Filtergehäuse (5a; 5b) und einem Filterelement (6). Das Filtergehäuse (5a; 5b) ist mit einer Zuströmleitung (2) und einer Abströmleitung (3) verbunden, durch die das durch Pfeil gekennzeichnete Fluid (7) strömt. Der Fluidstrom wird angetrieben durch eine Pumpe (33) mit Motor. Der den Verbrauchszustand des Filterelementes (6) ermittelnde Sensor (9) ist ein Drucksensor (10), der als Differenzdruck-Meßsystem (13) ausgebildet ist und als Anzeigegerät (24) ein Drehzeigerinstrument (27) besitzt. Gemessen wird als Meßwert S_{DP} der Differenzdruck (DP) über das Filterelement (6). Nicht dargestellt ist, daß das Anzeigegerät (24) über die Zeigerstellung den Verbrauchszustand des als Filterkerze ausgebildeten Filterelementes (6) anzeigt. Beispielsweise zeigt die Zeigerstellung des Drehzeigerinstrumentes (27) in einen nicht dargestellten roten Skalenbereich, sobald der Meßwert (DP) einen vorgegebenen Wert erreicht, und das Filterelement (6) technisch verbraucht ist und ausgetauscht werden soll. Zum Austausch des Filterelementes (6) muß im dargestellten Ausführungsbeispiel das Filter (4) durch nicht dargestellte Absperrorgane vom weiteren Verlauf der Zuströmleitung (2) isoliert oder die Pumpe (33) muß abgeschaltet werden, um das

Filtergehäuse (5b) öffnen zu können. Dieser als Beispiel dargestellte und beschriebene Stand der Technik ist nachteilig, da die Überwachung und Anzeige des Betriebszustandes der Konditionierzrichtung (1) nicht kostenorientiert ist und lediglich der technische Verbrauch des Filterelementes (6) vom Anzeigegerät (24) als ganz grober Richtwert entnommen werden kann, zumal keine Überwachung des Volumenstromes (V) des Fluids (7) erfolgt. Insbesondere werden die durch den Anstieg des Differenzdruckes (DP) am Filterelement bedingten Betriebskosten der Gesamtanlage, in diesem Beispiel ein erhöhter Leistungsbedarf der Pumpe (33), nicht berücksichtigt. Eine erhöhte Antriebsleistung der Pumpe (33) ist notwendig, um bei erhöhtem Differenzdruck des Filterelementes (6) einem nicht dargestellten, der Abströmleitung (3) nachgeschalteten Verbraucher Fluid (7) mit dem erforderlichen Druck zu liefern. Mit Vorrichtungen dieser Art und des beschriebenen Verfahrens zu ihrem Betrieb entstehen unvertretbar hohe Energieverluste und vermeidbare Kosten.

Fig. 2 zeigt schematisch eine lediglich beispielhaft als Filter (4) ausgeführte erfindungsgemäße Konditionierzrichtung (1). Das Filter (4) besteht aus einem Filtergehäuse (5a; 5b) und einem Filterelement (6). Das Filtergehäuse (5a; 5b) ist mit einer Zuströmleitung (2) und einer Abströmleitung (3) verbunden, durch die das durch Pfeil gekennzeichnete Fluid (7) strömt. Der Fluidstrom wird angetrieben durch eine Pumpe (33) mit Motor. Zur Überwachung und Anzeige des Betriebszustandes werden als Meßwerte (Sdp; Sv) der Differenzdruck (DP) und der Fluidmengenstrom (V) gemessen. Zur Messung des Differenzdruckes (DP) ist das Filtergehäuse (5a) mit einer ersten Bohrung (34) und einer zweiten Bohrung (35) ausgestattet, an die jeweils eine Seite eines Differenzdruck-Meßsystems (13) als Drucksensor (10) ausgeführter Sensor (9) angeschlossen ist. Zur Messung des Fluidmengenstroms (V) ist das Filtergehäuse (5a) zusätzlich mit einer dritten Bohrung (36) ausgestattet. An die zweite Bohrung (35) und die dritte Bohrung (36) ist jeweils mit einer Seite eines Differenzdruck-Meßsystems (13) ein als Durchflußsensor (11) ausgeführter Sensor (9) angeschlossen. Der Durchflußsensor (11) mißt in dieser lediglich schematisch und nur als Beispiel dargestellten Ausführungsform der Erfindung den dynamischen Druck des strömenden Fluids (7), aus dem mittels Kalibrierung der Betrag des Fluidmengenstroms (V) ermittelbar ist. Die beiden Differenzdruck-Meßsysteme (13) sind ebenfalls nur schematisch dargestellt und bestehen beispielsweise in bekannter Weise aus nicht näher bezeichnetem Gehäuse und Meßmembran. Die Meßwerte (V; DP) werden erfindungsgemäß einer Auswerteelektronik (16) zugeführt, die Meßwerteingang (18), einen Wandler (25), eine Eingabeeinheit (23), insbesondere als Funktionsspeicher (20) und Betriebswertspeicher (21) ausgeführte nicht flüchtige Speicher (19) und eine Ausgabeeinheit (26) enthält. Die Ausgabeeinheit (26) ist in diesem Ausführ-

5 rungsbeispiel mit einem als digitales Display (28) ausführten Anzeigegerät (24) verbunden, auf dem beispielsweise ein als Restlebensdauer (Srd) berechnetes Betriebsreservesignal (Sbr) angezeigt wird, das in der Abbildung mit dem Wert "1200 Std" dargestellt ist. Diese Anzeige bedeutet in diesem Beispiel, daß das Filterelement (6) bis zum kostenorientiert empfohlenen Austausch noch eine Betriebszeit von etwa 1200 Stunden erwarten läßt, unter der Annahme, daß das Betriebsspektrum für das Filter (4) nach Druckverlust (DP) und Fluidmengenstrom (V) für die Zukunft in etwa dem Betriebsspektrum der Vergangenheit seit dem letzten Austausch des Filterelementes (6) entspricht. Im Rahmen der Erfindung könnten am Anzeigegerät (24) auch andere Signale oder Anzeigen erfolgen, wie z.B. zusätzlich die verbleibende Betriebszeit bis zum völligen technischen Verbrauch. Die Ausgabeeinheit (26) könnte auch im ständigen Wechsel unterschiedliche Anzeigen auf dem Anzeigegerät (24) zur Anzeige bringen oder als Warnanzeige über einen zusätzlichen Signalausgang (38) zur Verfügung stellen, an den kundenseitig beliebige Meldesysteme anschließbar sind. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Eingabeeinheit (23) mit Tasten (37) ausgerüstet, über die beispielsweise die Kostengrößen (X; Kk; Ks) zur Berechnung der mittleren Betriebskosten pro Zeiteinheit (Kbm) manuell eingegeben werden. Im dargestellten Beispiel wird die Auswerteelektronik (16) von einer Batterie (30) versorgt.

10 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350 355 360 365 370 375 380 385 390 395 400 405 410 415 420 425 430 435 440 445 450 455 460 465 470 475 480 485 490 495 500 505 510 515 520 525 530 535 540 545 550 555 560 565 570 575 580 585 590 595 600 605 610 615 620 625 630 635 640 645 650 655 660 665 670 675 680 685 690 695 700 705 710 715 720 725 730 735 740 745 750 755 760 765 770 775 780 785 790 795 800 805 810 815 820 825 830 835 840 845 850 855 860 865 870 875 880 885 890 895 900 905 910 915 920 925 930 935 940 945 950 955 960 965 970 975 980 985 990 995 1000 1005 1010 1015 1020 1025 1030 1035 1040 1045 1050 1055 1060 1065 1070 1075 1080 1085 1090 1095 1100 1105 1110 1115 1120 1125 1130 1135 1140 1145 1150 1155 1160 1165 1170 1175 1180 1185 1190 1195 1200 1205 1210 1215 1220 1225 1230 1235 1240 1245 1250 1255 1260 1265 1270 1275 1280 1285 1290 1295 1300 1305 1310 1315 1320 1325 1330 1335 1340 1345 1350 1355 1360 1365 1370 1375 1380 1385 1390 1395 1400 1405 1410 1415 1420 1425 1430 1435 1440 1445 1450 1455 1460 1465 1470 1475 1480 1485 1490 1495 1500 1505 1510 1515 1520 1525 1530 1535 1540 1545 1550 1555 1560 1565 1570 1575 1580 1585 1590 1595 1600 1605 1610 1615 1620 1625 1630 1635 1640 1645 1650 1655 1660 1665 1670 1675 1680 1685 1690 1695 1700 1705 1710 1715 1720 1725 1730 1735 1740 1745 1750 1755 1760 1765 1770 1775 1780 1785 1790 1795 1800 1805 1810 1815 1820 1825 1830 1835 1840 1845 1850 1855 1860 1865 1870 1875 1880 1885 1890 1895 1900 1905 1910 1915 1920 1925 1930 1935 1940 1945 1950 1955 1960 1965 1970 1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100 2105 2110 2115 2120 2125 2130 2135 2140 2145 2150 2155 2160 2165 2170 2175 2180 2185 2190 2195 2200 2205 2210 2215 2220 2225 2230 2235 2240 2245 2250 2255 2260 2265 2270 2275 2280 2285 2290 2295 2300 2305 2310 2315 2320 2325 2330 2335 2340 2345 2350 2355 2360 2365 2370 2375 2380 2385 2390 2395 2400 2405 2410 2415 2420 2425 2430 2435 2440 2445 2450 2455 2460 2465 2470 2475 2480 2485 2490 2495 2500 2505 2510 2515 2520 2525 2530 2535 2540 2545 2550 2555 2560 2565 2570 2575 2580 2585 2590 2595 2600 2605 2610 2615 2620 2625 2630 2635 2640 2645 2650 2655 2660 2665 2670 2675 2680 2685 2690 2695 2700 2705 2710 2715 2720 2725 2730 2735 2740 2745 2750 2755 2760 2765 2770 2775 2780 2785 2790 2795 2800 2805 2810 2815 2820 2825 2830 2835 2840 2845 2850 2855 2860 2865 2870 2875 2880 2885 2890 2895 2900 2905 2910 2915 2920 2925 2930 2935 2940 2945 2950 2955 2960 2965 2970 2975 2980 2985 2990 2995 3000 3005 3010 3015 3020 3025 3030 3035 3040 3045 3050 3055 3060 3065 3070 3075 3080 3085 3090 3095 3100 3105 3110 3115 3120 3125 3130 3135 3140 3145 3150 3155 3160 3165 3170 3175 3180 3185 3190 3195 3200 3205 3210 3215 3220 3225 3230 3235 3240 3245 3250 3255 3260 3265 3270 3275 3280 3285 3290 3295 3300 3305 3310 3315 3320 3325 3330 3335 3340 3345 3350 3355 3360 3365 3370 3375 3380 3385 3390 3395 3400 3405 3410 3415 3420 3425 3430 3435 3440 3445 3450 3455 3460 3465 3470 3475 3480 3485 3490 3495 3500 3505 3510 3515 3520 3525 3530 3535 3540 3545 3550 3555 3560 3565 3570 3575 3580 3585 3590 3595 3600 3605 3610 3615 3620 3625 3630 3635 3640 3645 3650 3655 3660 3665 3670 3675 3680 3685 3690 3695 3700 3705 3710 3715 3720 3725 3730 3735 3740 3745 3750 3755 3760 3765 3770 3775 3780 3785 3790 3795 3800 3805 3810 3815 3820 3825 3830 3835 3840 3845 3850 3855 3860 3865 3870 3875 3880 3885 3890 3895 3900 3905 3910 3915 3920 3925 3930 3935 3940 3945 3950 3955 3960 3965 3970 3975 3980 3985 3990 3995 4000 4005 4010 4015 4020 4025 4030 4035 4040 4045 4050 4055 4060 4065 4070 4075 4080 4085 4090 4095 4100 4105 4110 4115 4120 4125 4130 4135 4140 4145 4150 4155 4160 4165 4170 4175 4180 4185 4190 4195 4200 4205 4210 4215 4220 4225 4230 4235 4240 4245 4250 4255 4260 4265 4270 4275 4280 4285 4290 4295 4300 4305 4310 4315 4320 4325 4330 4335 4340 4345 4350 4355 4360 4365 4370 4375 4380 4385 4390 4395 4400 4405 4410 4415 4420 4425 4430 4435 4440 4445 4450 4455 4460 4465 4470 4475 4480 4485 4490 4495 4500 4505 4510 4515 4520 4525 4530 4535 4540 4545 4550 4555 4560 4565 4570 4575 4580 4585 4590 4595 4600 4605 4610 4615 4620 4625 4630 4635 4640 4645 4650 4655 4660 4665 4670 4675 4680 4685 4690 4695 4700 4705 4710 4715 4720 4725 4730 4735 4740 4745 4750 4755 4760 4765 4770 4775 4780 4785 4790 4795 4800 4805 4810 4815 4820 4825 4830 4835 4840 4845 4850 4855 4860 4865 4870 4875 4880 4885 4890 4895 4900 4905 4910 4915 4920 4925 4930 4935 4940 4945 4950 4955 4960 4965 4970 4975 4980 4985 4990 4995 5000 5005 5010 5015 5020 5025 5030 5035 5040 5045 5050 5055 5060 5065 5070 5075 5080 5085 5090 5095 5100 5105 5110 5115 5120 5125 5130 5135 5140 5145 5150 5155 5160 5165 5170 5175 5180 5185 5190 5195 5200 5205 5210 5215 5220 5225 5230 5235 5240 5245 5250 5255 5260 5265 5270 5275 5280 5285 5290 5295 5300 5305 5310 5315 5320 5325 5330 5335 5340 5345 5350 5355 5360 5365 5370 5375 5380 5385 5390 5395 5400 5405 5410 5415 5420 5425 5430 5435 5440 5445 5450 5455 5460 5465 5470 5475 5480 5485 5490 5495 5500 5505 5510 5515 5520 5525 5530 5535 5540 5545 5550 5555 5560 5565 5570 5575 5580 5585 5590 5595 5600 5605 5610 5615 5620 5625 5630 5635 5640 5645 5650 5655 5660 5665 5670 5675 5680 5685 5690 5695 5700 5705 5710 5715 5720 5725 5730 5735 5740 5745 5750 5755 5760 5765 5770 5775 5780 5785 5790 5795 5800 5805 5810 5815 5820 5825 5830 5835 5840 5845 5850 5855 5860 5865 5870 5875 5880 5885 5890 5895 5900 5905 5910 5915 5920 5925 5930 5935 5940 5945 5950 5955 5960 5965 5970 5975 5980 5985 5990 5995 6000 6005 6010 6015 6020 6025 6030 6035 6040 6045 6050 6055 6060 6065 6070 6075 6080 6085 6090 6095 6100 6105 6110 6115 6120 6125 6130 6135 6140 6145 6150 6155 6160 6165 6170 6175 6180 6185 6190 6195 6200 6205 6210 6215 6220 6225 6230 6235 6240 6245 6250 6255 6260 6265 6270 6275 6280 6285 6290 6295 6300 6305 6310 6315 6320 6325 6330 6335 6340 6345 6350 6355 6360 6365 6370 6375 6380 6385 6390 6395 6400 6405 6410 6415 6420 6425 6430 6435 6440 6445 6450 6455 6460 6465 6470 6475 6480 6485 6490 6495 6500 6505 6510 6515 6520 6525 6530 6535 6540 6545 6550 6555 6560 6565 6570 6575 6580 6585 6590 6595 6600 6605 6610 6615 6620 6625 6630 6635 6640 6645 6650 6655 6660 6665 6670 6675 6680 6685 6690 6695 6700 6705 6710 6715 6720 6725 6730 6735 6740 6745 6750 6755 6760 6765 6770 6775 6780 6785 6790 6795 6800 6805 6810 6815 6820 6825 6830 6835 6840 6845 6850 6855 6860 6865 6870 6875 6880 6885 6890 6895 6900 6905 6910 6915 6920 6925 6930 6935 6940 6945 6950 6955 6960 6965 6970 6975 6980 6985 6990 6995 7000 7005 7010 7015 7020 7025 7030 7035 7040 7045 7050 7055 7060 7065 7070 7075 7080 7085 7090 7095 7100 7105 7110 7115 7120 7125 7130 7135 7140 7145 7150 7155 7160 7165 7170 7175 7180 7185 7190 7195 7200 7205 7210 7215 7220 7225 7230 7235 7240 7245 7250 7255 7260 7265 7270 7275 7280 7285 7290 7295 7300 7305 7310 7315 7320 7325 7330 7335 7340 7345 7350 7355 7360 7365 7370 7375 7380 7385 7390 7395 7400 7405 7410 7415 7420 7425 7430 7435 7440 7445 7450 7455 7460 7465 7470 7475 7480 7485 7490 7495 7500 7505 7510 7515 7520 7525 7530 7535 7540 7545 7550 7555 7560 7565 7570 7575 7580 7585 7590 7595 7600 7605 7610 7615 7620 7625 7630 7635 7640 7645 7650 7655 7660 7665 7670 7675 7680 7685 7690 7695 7700 7705 7710 7715 7720 7725 7730 7735 7740 7745 7750 7755 7760 7765 7770 7775 7780 7785 7790 7795 7800 7805 7810 7815 7820 7825 7830 7835 7840 7845 7850 7855 7860 7865 7870 7875 7880 7885 7890 7895 7900 7905 7910 7915 7920 7925 7930 7935 7940 7945 7950 7955 7960 7965 7970 7975 7980 7985 7990 7995 8000 8005 8010 8015 8020 8025 8030 8035 8040 8045 8050 8055 8060 8065 8070 8075 8080 8085 8090 8095 8100 8105 8110 8115 8120 8125 8130 8135 8140 8145 8150 8155 8160 8165 8170 8175 8180 8185 8190 8195 8200 8205 8210 8215 8220 8225 8230 8235 8240 8245 8250 8255 8260 8265 8270 8275 8280 8285 8290 8295 8300 8305 8310 8315 8320 8325 8330 8335 8340 8345 8350 8355 8360 8365 8370 8375 8380 8385 8390 8395 8400 8405 8410 8415 8420 8425 8430 8435 8440 8445 8450 8455 8460 8465 8470 8475 8480 8485 8490 8495 8500 8505 8510 8515 8520 8525 8530 8535 8540 8545 8550 8555 8560 8565 8570 8575 8580 8585 8590 8595 8600 8605 8610 8615 8620 8625 8630 8635 8640 8645 8650 8655 8660 8665 8670 8675 8680 8685 8690 8695 8700 8705 8710 8715 8720 8725 8730 8735 8740 8745 8750 8755 8760 8765 8770 8775 8780 8785 8790 8795 8800 8805 8810 8815 8820 8825 8830 8835 8840 8845 8850 8855 8860 8865 8870 8875 8880 8885 8890 8895 8900 8905 8910 8915 8920 8925 8930 8935 8940 8945 8950 8955 8960 8965 8970 8975 8980 8985 8990 8995 9000 9005 9010 9015 9020 9025 9030 9035 9040 9045 9050 9055 9060 9065 9070 9075 9080 9085 9090 9095 9100 9105 9110 9115 9120 9125 9130 9135 9140 9145 9150 9155 9160 9165 9170 9175 9180 9185 9190 9195 9200 9205 9210 9215 9220 9225 9230 9235 9240 9245 9250 9255 9260 9265 9270 9275 9280 9285 9290 9295 9300 9305 9310 9315 9320 9325 9330 9335 9340 9345 9350 9355 9360 9365 9370 9375 9380 9385 9390 9395 9400 9405 9410 9415 9420 9425 9430 9435 9440 9445 9450 9455 9460 9465 9470 9475 9480 9485 9490 9495 9500 9505 9510 9515 9520 9525 9530 9535 9540 9545 9550 9555 9560 9565 9570 9575 9580 9585 9590 9595 9600 9605 9610 9615 9620 9625 9630 9635 9640 9645 9650 9655 9660 9665 9670 9675 9680 9685 9690 9695 9700 9705 9710 9715 9720 9725 9730 9735 9740 9745 9750 9755 9760 9765 9770 9775 9780 9785 9790 9795 9800 9805 9810 9815 9820 9825 9830 9835 9840 9845 9850 9855 9860 9865 9870 9875 9880 9885 9890 9895 9900 9905 9910 9915 9920 9925 9930 9935 9940 9945 9950 9955 9960 9965 9970 9975 9980 9985 9

Betriebskosten pro Zeiteinheit (Kbm) über der Zeit (t) berechnet und in der Grafik schematisch dargestellt. Danach wird durch Extrapolation des bisherigen Verlaufs der mittleren Betriebskosten pro Zeiteinheit (Kbm) eine Restlebensdauer (ΔT_2) bis zum empfohlenen Austausch oder bis zur empfohlenen Regenerierung des Filterelementes und eine Maximalebensdauer (ΔT_3) bis zum völligen technischen Verbrauch der Konditionierzvorrichtung vorausgesagt. Deutlich ist zu erkennen, daß im letzten nicht bezeichneten Zeitintervall (ΔT_4) vor Erreichen der Restlebensdauer (ΔT_2) der Verlauf der mittleren Betriebskosten pro Zeiteinheit (Kbm) über der Zeit (t) einen tiefsten Punkt durchlaufen hat und wieder ansteigt. Bis dahin werden also die niedrigst möglichen mittleren Betriebskosten pro Zeiteinheit (Kbm) erreicht und ein Austausch oder Regenerieren der Konditionierzvorrichtung (1) ist kostenorientiert optimal. Da der Kurvenverlauf der mittleren Betriebskosten pro Zeiteinheit (Kbm) in der Nähe des Minimums eher flach verläuft, steht ein ausreichend langer Zeitraum für die Einplanung des Austauschs oder der Regenerierung zur Verfügung. Es wird aus dem Bild erkennbar, daß das erfundungsgemäß Verfahren den Verlauf des durch den Verbrauch der Konditionierzvorrichtung (1) verursachten Leistungsverlust (ΔN) seit dem letzten Austausch oder Regenerieren bis zum derzeitigen Zeitpunkt, also in der Vergangenheit bewertet und daraus auf die Zukunft schließt. Dies geschieht unter der Annahme, daß der mit dem Austausch oder dem Regenerieren abgeschlossene Betriebszyklus sich im Verbrauchsverlauf und Verlauf des Fluidmengenstromes über der Zeit ähnlich verhält wie der nächste Betriebszyklus nach abgeschlossenem Austausch oder Regenerieren. Dies ist die bestmögliche Annäherung an die Wirklichkeit und eine wesentliche Ausführungsform der Erfindung. Wichtig ist auch, daß das gesamte Spektrum der schwankenden Betriebsbedingungen durch den erfundungsgemäß Integrationsvorgang mit anschließender Differenzierung bewertend in die Überprüfung einbezogen wird, was bei der nach dem bekannten Stand der Technik üblichen Überwachung eines bloßen Augenblickswertes des Verbrauchs nicht möglich ist. Bei sinkendem Fluidmengenstrom sinkt der durch den Verbrauch der Konditionierzvorrichtung (1) verursachte Leistungsverlust (ΔN) zwar ab, was im dargestellten Beispiel sichtbar wird, geht jedoch in die Bewertung ein.

Fig. 4 zeigt schematisch eine andere Ausführungsform der Erfindung. Die Konditionierzvorrichtung (1) ist als Elektromagnetfilter (39) ausgeführt. Das Elektromagnetfilter (39) besteht aus einem Filtergehäuse (5) und einem Filterelement (6), das beispielsweise aus, durch eine Schraffur dargestellten, aufeinander geschichteten Weichisenkugeln oder Stahlwolle aufgebaut sein kann. Das Filtergehäuse (5) ist von einer stromdurchflossenen Kupferspule (40) umgeben und mit einer Zuströmleitung (2) und einer Abströmleitung (3) verbunden, durch die das durch Pfeil gekennzeichnete Fluid (7) strömt. Der Fluidstrom wird angetrieben durch eine

nicht dargestellte Pumpe. Als Meßwerte werden der Differenzdruck (DP) und der Fluidmengenstrom (V) gemessen. Für die Messung des Differenzdruckes (DP) kommt ein Differenzdruck-Meßsystem (13) zum Einsatz, für die Messung des Fluidmengenstrom (V) ein Volumenstrom-Meßsystem (14). Weiterhin ist eine Auswertelektronik (16) zu sehen, die eine Signalleuchte (29) ansteuert, wenn erfundungsgemäß die augenblickliche Steigung ($A(n)$) der mittleren Betriebskosten pro Zeiteinheit (Kbm) einen Wert gleich oder größer als Null annimmt. Die Auswertelektronik (16) und die Sensoren (9) werden über das Stromnetz (31) versorgt. Zum Regenerieren wird das Elektromagnetfilter (39) mittels Absperrarmaturen (41) von der Zuströmleitung (2) und der Abströmleitung (3) isoliert und nach Öffnen anderer Absperrarmaturen (41) mit der Spülleitung (43) und der Entsorgungsleitung (44) verbunden, so daß das als Pfeil dargestellte Regeneriermittel (42) fließen kann. Zum Regenerieren wird die nicht dargestellte Stromversorgung der Kupferspule (40) abgeschaltet. In bestimmten Anwendungsfällen ist der Regenerierungsprozeß nicht in der Lage, die Filterelemente vollständig zu reinigen, so daß sich eine bleibende Verschmutzung mit über die Betriebszeit steigender Tendenz einstellt. Erfundungsgemäß wird von der Auswertelektronik aus den für jeden Betriebszyklus gespeicherten Betriebsdaten das Langzeitverhalten des Filters ermittelt und an einem nicht dargestellten zusätzlichen Anzeigegerät signalisiert, wenn der Austausch des Filterelementes (6) oder dessen Grundreinigung kostengünstiger ist als der Weiterbetrieb mit normaler Regenerierung. Diese Überprüfung bewertet den auf einen einheitlichen Fluidvolumenstrom (V) bezogenen Druckverlust (DP) des Filters unmittelbar nach der Regenerierung gemessen im Vergleich zu den entsprechenden Werten nach einem Austausch sowie die zeitliche Änderung der für jeden Betriebszyklus gespeicherten Energiesummen (ΔE) und Betriebszeiten (ΔT_1) bis zur jeweiligen Regenerierung.

Fig. 5 zeigt eine Konditionierzvorrichtung (1) mit Zuströmleitung (2) und Abströmleitung (3). Der Meßwert für DP wird mittels Druckaufnehmer (12) gemessen, der stromabwärts der Konditionierzvorrichtung (1) an die Abströmleitung (3) angeschlossen ist. Zur Messung des Meßwertes V dient ein Drehzahlgeber (15), der die Drehzahl der nachgeschalteten Arbeitsmaschine (45) mißt. Das Fluid (7) strömt der Konditionierzvorrichtung (1) aus der Umgebung (32) zu.

Fig. 6 zeigt ein Differenzdruck-Meßsystem (13) einer bei Einfachfiltern in Teilen bekannten Ausführungsform mit einem, durch eine Feder (47) belasteten Kolben (49), welches mit O-Ring-Dichtung (48) oder auch mit Rollmembran ausgeführt wird. Der Differenzdruck ergibt sich aus den am Niederdruckanschluß (50) und am Hochdruckanschluß (51) anliegenden Drücken. Die Position des Kolbens (49) wird als Maß für die Druckdifferenz magnetisch durch die Gehäusewand übertragen und beispielsweise mittels einer Dreh-

scheibe, die unterschiedbare, z.B. grün- oder rotfarbige, Bereiche aufweist, angezeigt. Dazu ist es bekannt, den Kolben (49) und die Drehscheibe mit Magneten zu bestücken oder auch die Abtastung einzelner Positionen mit Reed-Schaltern durchzuführen. Erfindungsgemäß weist das Differenzdruck-Meßsystem (13) Mittel auf, so daß ein dem Differenzdruck entsprechendes analoges elektrisches Signal entsteht. Dieses Signal ist dann weiterverwendbar. Dazu weist das Differenzdruck-Meßsystem (13) in einer günstigen Ausgestaltung eine oder mehrere Spulen als Meßspulen (46) auf, die vorteilhafterweise sich im Gehäuse des Differenzdruck-Meßsystems (13) befinden. So sind sie gegen äußere Einwirkungen geschützt. Bei Kunststoffgehäusen können die Spulen (46) auch miteingespritzt werden. Setzt man beispielsweise zwei Spulen (48) ein, so bilden diese die sehr temperaturstabile Schaltungsmöglichkeit als Differenzspulen-Längsanker-Induktivaufnehmer. Die Verwendung einer einzigen Spule ist jedoch auch möglich. Dafür bietet sich die Schaltung als Längsanker-Induktivaufnehmer oder als Langsanker-Wirbelstromaufnehmer an. Eine weitere Ausführungform des Differenzdruck-Meßaufnehmers (13) sieht ein elektronisches Abtasten des vom Kolben (49) erzeugten Magnetfeldes mit einem Magnetfeldsensor oder einer sogenannten Feldplatte vor. Eine andere Lösung der Unterbringung eines Meßmittels, insbesondere einer Spule (48), sieht vor, diese außerhalb des Gehäuses anzulagern, beispielsweise bei einer Spule (48) diese um das Gehäuse zuwickeln. Für besondere Einsatzgebiete kann ein Meßmittel auch im Bereich der Zentralachse, also innerhalb der Feder (47) untergebracht sein. Dieses ermöglicht die Verwendung eines Metallgehäuses für das Differenzdruck-Meßsystem (13). Das aufgenommene Signal wird über einen Wandler (25) verstärkt und anschließend einer Recheneinheit (22) zur Verfügung gestellt. Die Recheneinheit (22) dient als Controller und kann zur Relationsbildung verschiedener Parameter genutzt werden. Das Meßsignal oder auch andere Werte können in einem Speicher (19) abgelegt und bei Bedarf dort abgerufen werden. Eine weitere vorteilhafte Ausführung des Differenzdruck-Meßsystems (13) ergibt sich bei direkter Verbindung desselben mit der Auswertelektronik (16), beispielsweise in einem gemeinsamen Gehäuse. Über eine ebenfalls anbringbare Eingabeeinheit (23) sowie einer Anzeigeeinheit (24) können dann Werte eingegeben und überprüft werden. Die Anzeigeeinheit (24) kann auch zur Darstellung entsprechender Mitteilungen der Auswertelektronik (16) genutzt werden. Die Darstellungen auf der Anzeigeeinheit (24) sind alphanumerisch oder auch anders ausführbar, je nachdem, welcher Nutzen damit verbunden werden soll. Die Eingabeeinheit (23) ist entsprechend den zu bearbeitenden Werten gestaltbar, so daß beispielsweise auf besondere Dimensionen bezogene Werte, z.B. DM/kWh, direkt eingebbar sind. Der Betrieb des Differenzdruck-Meßaufnehmers (13) ist über einen Netzanschluß möglich. Weiter von einem

5 elektrischen Netz entfernte Differenzdruck-Meßaufnehmer (13) können mittels einer Batterie (30) oder eines Akkumulators betrieben werden. Die Anzeigeeinheit (24) darf bei nur einem begrenzt zur Verfügung stehenden Energieangebotes auch nur wenig Energie verbrauchen. Dieses kann mittels eines LCD-Displays erreicht werden. Eine weitere Reduzierung des Energieverbrauches erhält man bei einer nichtkontinuierlichen und damit in Zeitabständen stattfindenden Wegmessung.

10 Fig. 7 zeigt eine weitere vorteilhafte Ausführungsform eines Differenzdruck-Meßaufnehmers (13). Er besitzt zusätzlich eine Programmiereinheit (53). Die Auswertelektronik (16) hat nun eine einfache Eingabeeinheit (23), um zum Beispiel die Logik mittels einer einzigen Taste über erfolgte Filterwechsel zu informieren. Die Anzeigeeinheit (24) ist ebenfalls einfach gehalten. Ein notwendiger Filterwechsel kann beispielsweise über eine einzige LED dem Betreiber angezeigt werden. Die 15 Programmierung erfolgt über die Programmiereinheit (53), die über eine Schnittstelle (52) mit der Auswertelektronik (16) verbindbar ist. Dazu kann die Programmiereinheit (53) mittels geeigneter Mittel und geeigneter Signalübertragungsbahnen, vor allem elektrischer Kontakte (54), auf die Auswertelektronik (16) aufgesteckt werden und dort verbleiben. Ein Betreiber mit mehreren Filtern benötigt dann vorteilhafterweise nur eine Programmiereinheit (53), die aber für alle Filter verwendbar ist. Die Unterteilung des Differenzdruck-Meßaufnehmers (13) in voneinander trennbare Teile ermöglicht je nach Aufbau dieser ein transportables auf mehrere Filter (4) passendes Element. Die Zusammensetzung dieser Einheit, ob mit Auswertelektronik (16) und Programmiereinheit (52) oder mit einem digitalen Display (28), kann je nach Einsatzzweck gestaltet werden. Eine andere Möglichkeit der Programmierung der einzelnen Filter ist auch durch Verwendung entsprechender Sender und Empfänger möglich. Dieses ist beispielsweise bei sehr verwickelten Anlagen mit nur sehr schwer zugänglichen Filtern von Vorteil. Eine 20 Schnittstelle (52) der Auswertelektronik (16) ermöglicht es weiterhin, diese auch an ein Überwachungsnetz (BUS) anzuschließen. Ein Nachladen eines Akkumulators, der beispielsweise zur Auswertelektronik (16) gehört, ist damit ebenfalls möglich.

25 30 35 40 45 Fig. 8 zeigt ein direkt an einer zu überwachenden Konditionierzvorrichtung (1), zum Beispiel einem Filter mit Wegwerferze, angebrachtes Differenzdruck-Meßsystem (13) mit Auswertelektronik (16). Die Gehäuse der Geräte können auch miteinander vereinigt sein, so daß der Differenzdruck-Meßaufnehmer (13) bzw. die Auswertelektronik (16) im Filtergehäuse untergebracht sind.

50 55 Die Figuren zeigen lediglich Ausführungsbeispiele der Erfindung und sollen diese nicht einschränken. Insgesamt ermöglicht die Erfindung die kostenorientierte Überwachung des Betriebszustandes einer austauschbaren oder regenerierbaren von einem Fluid durchflos-

senen Regeniervorrichtung in einer Gesamtanlage und empiehlt den Austausch oder die Regenerierung für den Zeitpunkt, ab dem der Austausch oder die Regenerierung kostensparender ist als der Weiterbetrieb hin zum völligen technischen Verbrauch der Konditioniervorrichtung.

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Konditioniervorrichtung	50	Niederdruckanschluß	
2	Zuströmleitung, Eintritt	51	Hochdruckanschluß	
3	Abströmleitung, Austritt	52	Schnittstelleneinheit	
4	Filter	53	Programmiereinheit	
5, 5a, 5b	Filtergehäuse	54	Kontakte, elektrische Kontakte	
6	Filterelement	A(n)	Steigung	
7	Fluid	DP	Differenzdruck	
8	Fluidstrom	Kbm	mittlere Betriebskosten pro Zeiteinheit	
9	Sensor	Sbr	Betriebsreservesignal	
10	Drucksensor	10	Sdp	Meßwert
11	Durchflußsensor	Srid	Restlebensdauer	
12	Druckaufnehmer	Sv	Meßwert	
13	Differenzdruck-Meßsystem	V	Volumenstrom, Fluidmengenstrom	
14	Volumenstrom-Meßsystem	X, Kk, Ks	Kostengröße	
15	Drehzahlgeber	15	ΔEa	Energieverlust
16	Auswertelektronik	ΔN	Leistungsverlust	
17	Gehäuse	ΔN(n)	augenblickliche Leistungsverlust	
18	Meßwerteingang	ΔTa	Zeitintervall	
19	nichtflüchtiger Speicher, Speicher	ΔT1	Gesamtzeitintervall, Betriebszeit	
20	Funktionsspeicher	20	ΔT2	Restlebensdauer
21	Betriebswertspeicher	ΔT3	Maximalebensdauer	
22	Recheneinheit			
23	Eingabeeinheit			
24	Anzeigegerät, Anzeigeeinheit			
25	Wandler	25	1. Verfahren zur kostenorientierten Überwachung und/oder Anzeige des Betriebszustandes einer austauschbaren oder regenerierbaren von einem Fluid (7) durchflossenen Konditioniervorrichtung (1), nämlich einer Vorrichtung oder Anlage, die ein Fluid von mechanischen oder chemischen Verunreinigungen reinigen oder gelöste Inhaltsstoffe entfernen oder die Temperatur oder den Aggregatzustand des Fluides ändern, in einer Gesamtanlage, insbesondere eines Filters (4), wobei mittels mindestens eines Sensors (9; 10; 11) kontinuierlich oder in Abständen mindestens ein Meßwert (Sdp; Sv) gemessen wird, aus dem sich der Verbrauchszustand der Konditioniervorrichtung ableiten läßt, mit folgenden Schritten:	
26	Ausgabeeinheit	30	- der Meßwert (Sdp; Sv) wird einer Auswertelektronik (16) zugeführt;	
27	Drehzeigerinstrument	35	- der Verbrauchszustand der Konditioniervorrichtung (1) wird aus den Meßwerten (Sdp; Sv) bestimmt;	
28	digitales Display	40	- anhand in der Auswertelektronik (16) gespeicherter Daten und/oder funktionaler Abhängigkeiten unter Berücksichtigung von Energiekosten und/oder spezifischen, die Konditioniervorrichtung (1) betreffenden Kosten, werden die Auswirkungen des Verbrauchszustandes der Konditioniervorrichtung (1) auf die Betriebskosten der Gesamtanlage zumindest näherungsweise bestimmt;	
29	Signalleuchte	45	- anhand in der Auswertelektronik (16) gespeicherter Daten und/oder funktionaler Abhängigkeiten werden die Kosten für ein Austauschen oder Regenerieren der Konditioniervorrichtung	
30	Batterie	50		
31	Stromnetz	55		
32	Umgebung			
33	Pumpe			
34	erste Bohrung			
35	zweite Bohrung			
36	dritte Bohrung			
37	Tasten			
38	Signalausgang			
39	Elektromagnetfilter			
40	Kupferspule			
41	Absperrarmatur			
42	Regeneriermittel			
43	Spülleitung			
44	Entsorgungsleitung			
45	Arbeitsmaschine			
46	Meßspule			
47	Feder			
48	Dichtung			
49	Kolben			

(1) ermittelt und mit den Auswirkungen des Verbrauchszustandes auf die Betriebskosten verglichen;

- an einem Anzeigegerät (24) erfolgt eine entsprechende Anzeige ab dem Zeitpunkt, ab dem der Austausch bzw. die Regenerierung insgesamt kostensparender ist als der Weiterbetrieb hin zum völligen technischen Verbrauch der Konditionierzvorrichtung (1).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Messungen und Berechnungen in Zeitabständen durchgeführt werden, wobei die durch den Verbrauchszustand der Konditionierzvorrichtung verursachten Kosten durch Energieverluste für jedes zwischen zwei Messungen liegende Zeitintervall berechnet und aus diesen Werten die Gesamtkosten seit der letzten Regenerierung bzw. dem letzten Austausch der Konditionierzvorrichtung errechnet werden, wobei insbesondere Kosten für Minderproduktion wegen des Verbrauchszustandes der Konditionierzvorrichtung als fiktive Kosten zu den Kosten durch Energieverluste addiert werden können.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zu dem Gesamtenergieverlust zu jedem Berechnungszeitpunkt ein fiktiver Energieverlust addiert wird, der den Kosten für die Regenerierung bzw. den Austausch der Konditionierzvorrichtung entspricht.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Summe aus Gesamtenergieverlust und fiktivem Energieverlust zu jedem Berechnungszeitpunkt durch die seit der letzten Regenerierung bzw. dem letzten Austausch vergangene Zeit, gegebenenfalls zuzüglich der für die Regenerierung bzw. den Austausch benötigten Zeit, geteilt und der Quotient mit dem Quotient des vorhergehenden Berechnungszeitpunktes verglichen wird, wobei ein Signal generiert wird, wenn der Quotient größer als der vorhergehende Quotient ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei Austausch oder Regenerierung eine Speicherung kennzeichnender Betriebsdaten des abgeschlossenen Betriebzyklusses zur Langzeitauswertung in der Auswertelektronik (16) erfolgt, was insbesondere bei nicht vollständig regenerierbaren Konditionierzvorrichtungen eine überlagerte Betrachtung ermöglicht, wann die Konditionierzvorrichtung ausgetauscht statt regeneriert werden sollte.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Konditionierzvorrichtung (1) ein Filterelement (6) zur Reinigung von Fluiden (7) ist, bei dem sich der Strömungswiderstand mit zunehmendem Verbrauch erhöht.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Meßwerte (Sdp; Sv) zur Ableitung des Verbrauchszustandes der Konditionierzvorrichtung (1) der Druckverlust (DP) über der Konditionierzvorrichtung (1) und die Durchflußmenge (V) an Fluid (7) durch die Konditionierzvorrichtung (1) gemessen werden.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem zeitlichen Verlauf des ermittelten Verbrauchszustandes der Konditionierzvorrichtung (1) unter Hinzuziehung von gespeicherten Erfahrungswerten oder Erfahrungsfunktionen die Maximallebensdauer (ΔT_3) und/oder Leistungsfähigkeit bis zum völligen technischen Verbrauch der Konditionierzvorrichtung (1) durch Extrapolation ermittelt und angezeigt wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung der Meßwerte (Sdp; Sv) in vorgebbaren Zeitintervallen (ΔT_a) erfolgt, insbesondere in Abständen von 1 Minute bis 24 Stunden.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Konditionierzvorrichtung (1) ein zwischen einer Zuströmleitung (2) und einer Abströmleitung (3) angeordnetes Filter (4) mit Filterelement (6) enthält und wobei unter Annahme eines etwa konstanten vorgegebenen Fluidmengenstromes (V) der Differenzdruck (DP) über dem Filter (4) als Meßwert (Sdp) gemessen wird, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- a. Berechnung und Speicherung eines Leistungsverlustes (ΔN), welchen die Verschmutzung des Filterelementes (6) wegen des damit verbundenen erhöhten Differenzdruckes (DP) verursacht, als Funktion ($\Delta N = f(DP)$) des Differenzdruckes (DP) in einem Funktionsspeicher (20) der Auswertelektronik (16);
- b. Ermittlung des augenblicklichen Differenzdruckes (DPa) in vorgegebenen Zeitintervallen (ΔT_a) aus den Meßwerten (Sdp);
- c. Ermittlung des augenblicklichen Leistungsverlustes ($\Delta N(n)$) anhand der im Funktionsspeicher (20) gespeicherten Funktion ($\Delta N = f(DP)$);
- d. Ermittlung des augenblicklichen Energieverlustes (ΔE_a), welchen der ermittelte Leistungsverlust (ΔN) im letzten Zeitintervall (ΔT_a) verursacht hat, insbesondere nach der Formel

$$\Delta E_a = \Delta T_a * (\Delta N(n) + \Delta N(n-1)) / 2,$$

wobei der augenblickliche Leistungsverlust $\Delta N(n-1)$ zu Beginn und der augenblickliche Leistungsverlust $\Delta N(n)$ am Ende des letzten Zeitintervall (ΔT_a) gilt;

e. Bildung einer Energiesumme (ΔE) vorzugsweise aller augenblicklichen Energieverluste (ΔE_a), die in allen zu einem Gesamtzeitintervall (ΔT_1) aufsummierten Zeitintervallen (ΔT_a) seit dem Beginn des Betriebes des Filters (4) mit einem sauberen Filterelement (6) entstanden sind;

f. Bildung einer Kostensumme (ΣK), vorzugsweise nach der Formel $\Sigma K = \Delta E \cdot X + K_k + K_s$, die insgesamt bei einem Austausch oder einer Regeneration des Filterelementes (6) zum derzeitigen Zeitpunkt (T_1) entstehen würden, wobei X die Kosten der Energieeinheit angibt, K_k die Kosten des neuen Filterelementes (6) oder die Kosten der Regeneration des Filterelementes (6) und K_s sonstige mit dem Betrieb des Filters (4) und Regeneration oder Austausch und Entsorgung des verschmutzen Filterelementes (6) verbundenen Kosten;

g. Berechnung von vorzugsweise mittleren Betriebskosten pro Zeiteinheit (K_{bm}) für das Gesamtzeitintervall (ΔT_1), insbesondere nach der Formel $K_{bm} = \Sigma K / \Delta T_1$;

h. Berechnung der augenblicklichen Ableitung nach der Zeit (t) der mittleren Betriebskosten pro Zeiteinheit, insbesondere nach der Formel $A(n) = (K_{bm}(n) - K_{bm}(n-1)) / \Delta T_a$, und Speicherung dieses Wertes der augenblicklichen Steigung ($A(n)$) in einem Betriebswertspeicher (21);

i. Auslösung einer Warnanzeige auf einem Anzeigegerät (24), wenn die augenblickliche Steigung ($A(n)$) einen Wert gleich oder größer als Null annimmt.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei statt der Annahme eines konstanten vorgegebenen Fluidmengenstromes (V) dieser als Meßwert (SV) gemessen wird und bei der Berechnung des Leistungsverlustes (ΔN) mit berücksichtigt wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei Austausch oder Regenerierung des Filterelementes (6) eine Speicherung kennzeichnender Betriebsdaten zur Langzeitauswertung im Betriebswertspeicher (21) für den abgeschlossenen Betriebzyklus und für den Beginn des neuen erfolgt.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10, 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem Verlauf der Funktion der mittleren Betriebskosten pro Zeiteinheit (K_{bm}) in Abhängigkeit von der Zeit (t) ein Trend dieser Funktion ermittelt und ein Betriebsre-

5 14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,

- daß aus dem Betriebsreservesignal (Sbr) ein Restlebensdauersignal (Srlid) wird,
- daß aus der Signalgröße des Restlebensdauersignales (Srlid) eine bis zum empfohlenen Austausch oder bis zur empfohlenen Regenerierung des Filterelementes (6) erwartete Restlebensdauer (ΔT_2) ermittelt wird,
- daß aus einer Anzahl von $m+1$ Steigungen ($A(n), A(n-1), A(n-2), \dots, A(n-m)$) der Betriebskostenkurve der weitere zeitliche Verlauf der mittleren Betriebskosten pro Zeiteinheit (K_{bm}) bestimmt wird, wobei m vorzugsweise mindestens den Wert drei hat,
- daß der Zeitpunkt berechnet wird, an dem die Betriebskosten pro Zeiteinheit (K_{bm}) einen kleinsten Wert annehmen und die Steigung ($A(n)$) gleich oder größer Null sein wird.

15 20 25 30 35 40 45 50 55 15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß als Restlebensdauer (ΔT_2) das Zeitintervall zwischen dem durch das Gesamtzeitintervall (ΔT_1) beschriebenen augenblicklichen Zeitpunkt (T_1) und dem Zeitpunkt bestimmt wird, zu dem die mittleren Betriebskosten pro Zeiteinheit (K_{bm}) ihren kleinsten Wert annehmen werden.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem Betriebsreservesignal (Sbr) die Restlebensdauer (ΔT_2) auf einem Anzeigegerät (24) zur Anzeige gebracht wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die eingegebenen Kosten (X) einer Energieeinheit Kosten der elektrischen Energieeinheit und einen Wirkungsgrad der Druckerzeugung für das Fluid (7) beinhalten.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer regenerierbaren Konditioniervorrichtung (1) aus der Vielzahl der nach erfolgten Regenerierungen der Konditioniervorrichtung (1), insbesondere eines Filterelementes (6), für den jeweils abgeschlossenen Betriebzyklus und den Beginn des jeweils neuen gespeicherten kennzeichnenden Betriebsdaten die Auswirkungen einer nach der jeweiligen Regenerierung verbleibenden Änderung des Betriebszustandes, insbesondere einer Restverschmutzung, auf die Betriebskosten der Gesamtanlage und/oder auf die Regenerierungskosten zumindest näherungsweise bestimmt werden, woraus insbesondere in

einer überlagerten Überwachung die Gesamtkosten des Betriebes einschließlich der angefallenen Regenerierungskosten berechnet werden können.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß an einem Anzeigegerät (24), insbesondere an einem der Konditionierzustand (1) zugeordneten Anzeigegerät (24), ein Signal erfolgt, daß zu einem Zeitpunkt ein Austausch mindestens eines Teiles der Konditionierzustand kostensparender ist als der Weiterbetrieb mit Regenerierungen. 5

20. Vorrichtung zur kostenorientierten Überwachung und/oder Anzeige des Betriebszustandes einer austauschbaren oder regenerierbaren von einem Fluid (7) durchflossenen Konditionierzustand (1), nämlich einer Vorrichtung oder Anlage, die ein Fluid von mechanischen oder chemischen Verunreinigungen reinigen oder gelöste Inhaltsstoffe entfernen oder die Temperatur oder den Aggregatzustand des Fluids ändern, in einer Gesamtanlage, wobei die Vorrichtung die folgenden Merkmale aufweist: 15

- mindestens einen Meßwertaufnehmer (11, 12) zur Aufnahme eines Parameters des Betriebszustandes der Konditionierzustand, 20

- eine Eingabeeinheit (23) für Daten und/oder funktionale Zusammenhänge, insbesondere über Energiekosten, Energieverluste und/oder spezifische, die Konditionierzustand (1) betreffende Kosten, 25

- eine Speichereinheit mit nicht flüchtigen Speichern (19) für diese Daten und/oder funktionale Zusammenhänge, 30

- eine mit der Speichereinheit verbundene Recheneinheit (22) und

- eine der Konditionierzustand (1) zugeordnete Signal- oder Anzeigeeinrichtung (28, 29). 35

21. Vorrichtung zur kostenorientierten Überwachung und/oder Anzeige des Betriebszustandes einer austauschbaren oder regenerierbaren, von einem Fluid (7) durchflossenen Konditionierzustand (1), nämlich einer Vorrichtung oder Anlage, die ein Fluid von mechanischen oder chemischen Verunreinigungen reinigen oder gelöste Inhaltsstoffe entfernen oder die Temperatur oder den Aggregatzustand des Fluids ändern, insbesondere eines Filters (4), in einer Gesamtanlage, bei der mittels mindestens eines Sensors (9; 10; 11) kontinuierlich oder in Abständen mindestens ein Meßwert (Sdp; Sv) gemessen wird, aus dem sich der Verbrauchs- 40

zustand der Konditionierzustand (1) ableiten läßt, wobei die Vorrichtung die folgenden Merkmale aufweist: 45

- mindestens einen Sensor (9; 10; 11) zur Erzeugung von Meßwerten (Sdp; Sv), aus denen in einer Auswertelektronik (16) der Verbrauchs- 50

zustand der Konditionierzustand (1) ermittelbar ist;

- eine der Konditionierzustand (1) zugeordnete Auswertelektronik (16) mit einer Eingabeeinheit (23) für Daten und zum mindestens einem Meßwerteingang (18), wobei 55

- in der Auswertelektronik (16) nicht flüchtige Speicher (19) für vorgebbare Werte von Energiekosten, Regenerierungs- und/oder Auswechselkosten der Konditionierzustand (1) und/oder funktionale Zusammenhänge von Parametern sowie zur Langzeitspeicherung von Betriebsdaten vorhanden sind, und

- die Auswertelektronik (16) eine Recheneinheit (22) zur Berechnung und zum Vergleich von Kosten und eine Ausgabeeinheit (26) zur Ansteuerung eines Anzeigegerätes (24) oder Abgabe eines Signales über einen zusätzlichen Signalausgang (38) aufweist; und

- ein Anzeigegerät (24) zur Anzeige der in der Auswertelektronik (16) ermittelten Werte oder Signale vorhanden ist.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß sie die folgenden Komponenten enthält: 30

- einen den Differenzdruck (DP) des Filterelements (6) kennzeichnenden Meßwert (Sdp) abgebenden Drucksensor (10);

- einen Wandler (25) zum Empfang der Meßwerte (Sdp) über Meßwerteingänge (18) und/oder die Ermittlung des augenblicklichen Differenzdruckes (Dp) aus den Meßwerten (Sdp);

- einen Funktionsspeicher (20), vorzugsweise zur Speicherung eines Leistungsverlustes (ΔN) in Abhängigkeit vom Differenzdruck (DP) des Filterelements (6) als Variablen einer Funktion ($\Delta N = f(DP)$);

- Mittel zur Eingabe einer Funktion und/oder einer Kostengröße (X; Kk; Ks) und/oder eines Zeitintervall (Ta);

- eine Recheneinheit (22) mit Speicher (19) und/oder eine Betriebswertspeicher (21);

- Mittel zur Generierung eines Betriebsreserve-signal (Sbr);

- Mittel zur Anzeige des Betriebsreservesignals (Sbr). 40

23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich ein den Fluidmengenstrom (V) kennzeichnende Meßwerte (Sv) abgebender Durchflußsensor (11) vorhanden ist, dessen Meßwerte (Sv) ebenfalls der Recheneinheit (22) zuge- 50

führt werden, wobei der Funktionsspeicher vorzugsweise den Leistungsverlust (ΔN) in Abhängigkeit vom Differenzdruck (DP) des Filterelementes (6) und vom Fluidmengenstrom (V) als Variablen einer Funktion ($\Delta N = f(DP; V)$) enthält.

24. Vorrichtung nach Anspruch 20, 21, 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß diese unmittelbar räumlich einer Konditionierzvorrichtung (1), insbesondere einem Filter (4) oder Filtergehäuse (5, 5a, 5b) zugeordnet ist.

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil der Vorrichtung durch eine lösbare, elektrische Kontakte (54) beinhaltende Verbindung mit der übrigen Vorrichtung verbindbar ist.

26. Vorrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß diese eine abnehmbare Tastatur und/oder ein abnehmbares Display aufweist.

27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinheit eine Meßelektronik aufweist.

28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß stromaufwärts des Filterelementes (6) und stromabwärts des Filterelementes (6) ein Drucksensor (10) vorhanden ist.

29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßwertaufnehmer, der den kennzeichnenden Meßwert (Sdp) des Differenzdruckes (DP) über das Filterelement (6) abgibt, ein Druckaufnehmer (12) ist, der stromabwärts des Filterelementes (6) angeschlossen ist und den Unterdruck gegenüber dem Umgebungsdruck mißt und daß die Zuströmleitung (2) des Filters (4) das Fluid (7), insbesondere Luft, aus der Umgebung (32) empfängt.

30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 22 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß das Differenzdruck-Meßsystem (13) einen elektrischen Analogausgang aufweist.

31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß diese einen den Fluidmengenstrom (V) messenden Sensor (11) aufweist.

32. Vorrichtung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchflußsensor (11) ein den dynamischen Druck des strömenden Fluids (7) messendes Differenzdruck-Meßsystem (13) ist.

33. Vorrichtung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchflußsensor (11) ein die Drehzahl einer dem Filter (4) nachgeschalteten Arbeitsmaschine messender Drehzahlgeber (15) ist.

34. Vorrichtung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchflußsensor (11) ein die Drehzahl der den Fluidmengenstrom (V) erzeugenden Pumpe (33) messender Drehzahlgeber (15) ist.

35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 34, dadurch gekennzeichnet, daß die Restlebensdauer (ΔT_2) an einem Anzeigegerät (27; 28; 29) anzeigbar ist.

36. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 35, dadurch gekennzeichnet, daß als Energieversorgung eine Batterie (30) oder ein Akkumulator vorhanden sind.

37. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 35, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung eine Verbindung an ein Stromnetz (31) aufweist.

38. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 37, dadurch gekennzeichnet, daß die gesamte Vorrichtung in ein Gehäuse (5a; 5b) einer Konditionierzvorrichtung, insbesondere eines Filters (4), integriert ist.

39. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 37, dadurch gekennzeichnet, daß die gesamte Vorrichtung in ein Gehäuse (17) integriert ist, das an einem Gehäuse (5) des Filters (4) befestigt ist.

40. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 37, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteelektronik (16) direkt an der Konditionierzvorrichtung (1) befestigt ist.

Claims

1. A method for cost-orientated monitoring and/or display of the operating condition of a replaceable or regenerable conditioning device (1) flowed through by a fluid (7), that is to say of a device or installation which cleanses a fluid of mechanical or chemical contaminants or removes dissolved contents or alters the temperature or the state of aggregation of the fluid, in a whole installation, in particular of a filter (4), wherein by means of at least one sensor (9; 10; 11) at least one value (Sdp; Sv) from which the state of wear of the conditioning device can be deduced is measured continuously or at intervals, with the following steps:
 - the measured value (Sdp; Sv) is supplied to an electronic evaluation means (16);

- the state of wear of the conditioning device (1) is determined from the measured values (Sdp; Sv);
- by means of the data and/or functional dependencies stored in the electronic evaluation means (16), taking into account energy costs and/or specific costs relating to the conditioning device (1), the effects of the state of wear of the conditioning device (1) upon the operating costs of the whole installation are at least approximately determined; 5
- by means of the data and/or functional dependencies stored in the electronic evaluation means (16), the costs for replacement or regeneration of the conditioning device (1) are determined and compared to the effects of the state of wear upon the operating costs; 10
- an appropriate indication appears on a display (24) from the time from which the replacement or regeneration is overall more cost saving than further operation until complete technical exhaustion of the conditioning device (1). 15

2. Method according to claim 1, characterised in that the measurements and calculations are carried out at intervals, wherein the costs of energy losses caused by means of the state of wear of the conditioning device are calculated for every interval in between two measurements and from these values the overall costs since the last regeneration or the last replacement of the conditioning device are calculated, wherein in particular costs for lower production because of the state of wear of the conditioning device can be added as hypothetical costs to the costs of energy losses. 20

3. Method according to claim 2, characterised in that a hypothetical energy loss, which corresponds to the costs for regeneration or replacement of the conditioning device, is added to the total energy loss at each time of calculation. 25

4. Method according to claim 3, characterised in that the sum of the total energy loss and the hypothetical energy loss at each time of calculation is divided by the time elapsed since the last regeneration or the last replacement, possibly plus the time needed for the regeneration or the replacement, and the quotient is compared with the quotient at the previous time of calculation, wherein a signal is generated when the quotient is greater than the previous quotient. 30

5. Method according to one of the preceding claims, characterised in that when replacement or regeneration takes place, characteristic operating data of the completed operating cycle is stored in the electronic evaluation means (16) for long term evalua- 35

tion, which, in particular in the case of conditioning devices which cannot be completely regenerated, allows a higher level of consideration of when the conditioning device should be replaced rather than regenerated. 40

6. Method according to one of the preceding claims, characterised in that the conditioning device (1) is a filter element (6) for cleansing fluids (7), in which the flow resistance increases with increasing wear. 45

7. Method according to one of the preceding claims, characterised in that the pressure loss (DP) over the conditioning device (1) and the amount of through-flow (V) of fluid through the conditioning device (1) are measured as the measured values (Sdp; Sv) for deducing the state of wear of the conditioning device (1). 50

8. Method according to one of the preceding claims, characterised in that from the development over time of the determined state of wear of the conditioning device (1), taking into consideration stored empirical values or stored empirical functions, the maximum lifetime (ΔT_3) and/or efficiency until complete technical exhaustion of the conditioning device (1) can be determined by extrapolation and displayed. 55

9. Method according to one of the preceding claims, characterised in that the determination of the measured values (Sdp; Sv) takes place at pre-determined intervals (ΔT_a), in particular at intervals of 1 minute to 24 hours. 60

10. Method according to one of the preceding claims, wherein the conditioning device (1) comprises a filter (4) with a filter element (6) between an inlet line (2) and an outlet line (3) and wherein assuming an approximately constant pre-determined amount of fluid flow (V), the pressure differential (DP) over the filter (4) is measured as a measured value (Sdp), characterised by the following steps: 65

- a. calculation and storage of a power loss (ΔN), which is caused by the fouling of the filter element (6) because of the increased pressure differential linked to this, as a function ($\Delta N = f(DP)$) of the pressure differential (DP) in a function memory (20) of the electronic evaluation means (16);
- b. determination of the current pressure differential (DPa) at pre-determined intervals (ΔT_a) from the measured values Sdp);
- c. determination of the current power loss ($\Delta N(n)$) by means of the function ($\Delta N = f(DP)$) stored in the function memory;
- d. determination of the current energy loss

(ΔE_a) which the power loss (ΔN) determined in the last interval (ΔT_a) has caused, in particular according to the formula

$$\Delta E_a = \Delta T_a * (\Delta N(n) + \Delta N(n-1)) / 2,$$

wherein the current power loss $\Delta N(n-1)$ applies at the beginning and the current power loss $\Delta N(n)$ at the end of the last interval (ΔT_a);

e. formation of an energy sum (ΔE) preferably of all current energy losses (ΔE_a) which have occurred in all the time intervals (ΔT_a) since the beginning of operation of the filter (4) with a clean filter element (6), summed to form a total time interval (ΔT_1);

f. formation of a sum cost (ΣK) preferably according to the formula $\Sigma K = \Delta E * X + K_k + K_s$, which has occurred in total from when the filter element is replaced or regenerated to the present time (T_1), wherein X represents the costs of the energy unit, K_k the costs of the new filter element (6) or the costs of regeneration of the filter element (6) and K_s other costs connected with the operation of the filter (4) and regeneration or replacement and disposal of the fouled filter element (6);

g. calculation of preferably the average operating costs per unit time (K_{bm}) for the total time interval (ΔT_1), particularly according to the formula $K_{bm} = \Sigma K / \Delta T_1$;

h. calculation of the current differential according to time (t) of the average operating costs per unit time, in particular according to the formula $A(n) = (K_{bm}(n) - K_{bm}(n-1)) / \Delta T_a$, and storage of this value of the current increase ($A(n)$) in an operating characteristic memory;

i. triggering of a warning display on a display means (24) when the current increase ($A(n)$) assumes a value equal to or greater than zero.

11. Method according to claim 10, wherein instead of assuming a constant pre-determined amount of flow of fluid (V), it is measured as a measured value (SV) and is taken into consideration in the calculation of the power loss (ΔN).

12. Method according to one of the preceding claims, characterised in that when replacement or regeneration of the filter element (6) takes place, storage of the characteristic operating data for long-term evaluation takes place in the operating characteristic memory (21) for the completed operating cycle and for the beginning of the new one.

13. Method according to one of claims 10, 11 or 12, characterised in that from the development of the function of the average operating costs per unit time (K_{bm}) dependent upon the time (t), a trend in said

function is determined and an operating reserve signal (S_{br}) dependent upon the trend determined is generated.

5 14. Method according to claim 13, characterised in that

- the operating reserve signal (S_{br}) becomes a remaining lifetime signal (S_{rl}),
- an expected remaining lifetime (ΔT_2) until recommended replacement or until recommended regeneration of the filter element (6) is determined from the signal magnitude of the remaining lifetime signal (S_{rl}),
- from a total of $m + 1$ increases ($A(n), A(n-1), A(n-2) \dots A(n-m)$) of the curve of operating costs, the operating costs of the further development in time of the average operating costs per unit time (K_{bm}) are determined, wherein the value of m is preferably at least three,
- that the time is calculated at which the operating costs per unit time (K_{bm}) assume a lowest value and the increase ($A(n)$) will be equal to or greater than zero.

25 15. Method according to claim 14, characterised in that the interval between the current time (T_1) described by the whole time interval (ΔT_1) and the time at which the average costs per unit time (K_{bm}) would assume their lowest value is determined as the remaining lifetime (ΔT_2) is determined.

30 16. Method according to one of claims 13 to 15, characterised in that from the operating reserve signal (S_{br}), the remaining lifetime (ΔT_2) is indicated on a display (24).

35 17. Method according to one of claims 10 to 16, characterised in that the costs (X) of an energy unit entered include the costs of the electrical energy unit and efficiency of the production of pressure in the fluid (7).

40 18. Method according to one of the preceding claims, characterised in that in the case of a regenerable conditioning device (1), from the diverse characterising operating data stored for the respective completed operating cycle and the beginning of the respective new one after completed regeneration of the conditioning device (1), in particular of a filter element (6), the effects of a change in the operating conditions remaining after the respective regeneration, in particular of a residual fouling on the operating costs of the whole installation and/or on the costs of regeneration can be at least approximately determined, from which in particular in a higher level of monitoring the total costs of the operation inclusive of the regeneration costs incurred can be calculated.

19. Method according to claim 18, characterised in that a signal appears on a display (24), in particular on a display allocated to the conditioning device (1), that at a point in time replacement of at least one part of the conditioning device is more cost-saving than further operation with regenerations. 5

20. Device for cost-orientated monitoring and/or display of the operating condition of a replaceable or regenerable conditioning device (1) flowed through by a fluid (7), that is to say of a device or installation which cleanses a fluid of mechanical or chemical contaminants or removes dissolved contents or alters the temperature or the state of aggregation of the fluid, in a whole installation, wherein the device is provided with the following features: 10

- at least one measuring sensor (11, 12) for measuring a parameter of the operating condition of the conditioning device, 15
- an input unit (23) for data and/or functional dependencies, in particular with respect to energy costs, energy losses and/or specific costs relating to the conditioning device (1), 20
- a memory unit with non-volatile memories (19) for said data and/or functional dependencies, 25
- a calculator (22) connected to the memory unit, and
- a signalling or display device (28, 29) allocated to the conditioning device (1). 30

21. Device for cost-orientated monitoring and/or display of the operating condition of a replaceable or regenerable conditioning device (1), flowed through by a fluid (7), that is to say of a device or installation which cleanses a fluid of mechanical or chemical contaminants or removes dissolved contents or alters the temperature or the state of aggregation of the fluid, in a whole installation, in particular of a filter (4), in which by means of at least one sensor (9; 10; 11) at least one value (Sdp; Sv) from which the state of wear of the conditioning device (1) can be deduced is measured continuously or at intervals, wherein the device is provided with the following features: 35

- at least one sensor (9; 10; 11) for producing measured values (Sdp; Sv) from which the state of wear of the conditioning device (1) can be determined in an electronic evaluation means (16); 40
- an electronic evaluation means (16) allocated to the conditioning device (1), with an input unit (23) for data and at least one measured value input (18), wherein
- non-volatile memories (19) for pre-determinable values of energy costs, costs of regeneration and/or exchange of the conditioning device 45

(1) and/or functional dependencies of parameters, as well as for long term storage of operating data, are present in the electronic evaluation means (16), and

- the electronic evaluation means (16) is provided with a calculator (22) for calculating and for comparison of costs, and an output unit (26) for controlling a display (24) or output of a signal via an additional signal output (38); and
- a display (24) is present for displaying the values or signals determined in the electronic evaluation means (16). 50

22. Device according to claim 21, characterised in that it comprises the following components: 55

- a pressure sensor (10) providing a measured value (Sdp) characterising the pressure differential (DP) of the filter element;
- a transformer (25) for receiving the measured value (Sdp) via measured value inputs (18) and/or the determination of the current pressure differential (Dp) from the measured values (Sdp);
- a functional memory (20), preferably for storage of a power loss (ΔN) dependent upon the pressure differential (DP) of the filter element (6) as variables of a function ($\Delta N = f(DP)$);
- a means for input of a function and/or of an amount of cost (X; Kk; Ks) and/or of an interval of time (ΔT_a);
- a calculator (22) with a memory (19) and/or an operating characteristic memory (21);
- a means for generating an operating reserve signal (Sbr);
- a means for display of the operating reserve signal (Sbr). 60

23. Device according to claim 22, characterised in that in addition a through-flow sensor (11) providing a measured value (Sv) characterising the amount of flow of fluid (V) is present, the measured value of which (Sv) is also supplied to the calculator (22), wherein the function memory preferably contains the power loss (ΔN) dependent upon the pressure differential (DP) of the filter element (6) and of the amount of flow of the fluid (V) as variables of a function ($\Delta N = f(DP; V)$). 65

24. Device according to claim 20, 21, 22 or 23, characterised in that it is allocated to the immediate spatial proximity of the conditioning device (1), in particular to a filter (4) or filter housing (5, 5a, 5b). 70

25. Device according to one of claims 20 to 24, characterised in that at least a part of the device can be connected to the standard device by means of a connection containing a releasable electric contact 75

(54).

26. Device according to claim 25, characterised in that it is provided with a removable keyboard and/or a removable display.

27. Device according to one of claims 20 to 26, characterised in that the evaluation unit is provided with measuring electronics.

28. Device according to one of claims 20 to 27, characterised in that a pressure sensor (10) is present upstream of the filter element (6) and downstream of the filter element (6).

29. Device according to one of claims 20 to 27, characterised in that the measurement sensor which provides the characteristic measured value (Sdp) of the pressure differential (DP) over the filter element (6) is a pressure sensor (12) which is connected downstream of the filter element (6) and measures the low pressure in relation to the surrounding pressure, and that the inlet line (2) of the filter (4) receives the fluid (7), in particular air, from the surroundings (32).

30. Device according to one of claims 22 to 27, characterised in that the pressure differential measuring system (13) is provided with an electrical analog output.

31. Device according to one of claims 20 to 30, characterised in that it is provided with a sensor (11) measuring the amount of flow of fluid (V).

32. Device according to claim 31, characterised in that the through-flow sensor (11) is a pressure differential measuring system, measuring the dynamic pressure of the flowing fluid (7).

33. Device according to claim 31, characterised in that the through-flow sensor (11) is a rotational speed indicator (15), measuring the speed of a machine connected following on from the filter (4).

34. Device according to claim 31, characterised in that the through-flow sensor (11) is a rotational speed indicator (15), measuring the speed of the pump (33) producing the amount of flow of the fluid (V).

35. Device according to one of claims 20 to 34, characterised in that the remaining lifetime (ΔT_2) can be indicated on a display (27; 28; 29).

36. Device according to one of claims 20 to 35, characterised in that a battery (30) or an accumulator is provided as the energy supply.

37. Device according to one of claims 20 to 35, characterised in that the device is provided with a connection to mains electricity (31).

5 38. Device according to one of claims 20 to 37, characterised in that the whole device is integrated into a housing (5a; 5b) of a conditioning device, in particular of a filter (4).

10 39. Device according to one of claims 20 to 37, characterised in that the whole device is integrated onto a housing (17) which is attached to a housing (5) of the filter (4).

15 40. Device according to one of claims 21 to 37, characterised in that the electronic evaluation means (16) is directly attached to the conditioning device (1).

Revendications

20 1. Procédé de contrôle et/ou d'affichage, axé sur le coût, de l'état de fonctionnement d'un dispositif de conditionnement remplaçable ou régénérable (1), parcouru par un fluide (7), à savoir un dispositif ou une installation, qui élimine des impuretés mécaniques ou chimiques d'un fluide ou retire des substances contenues à l'état dissous ou modifie la température ou l'état d'agrégation du fluide, dans une installation complète, notamment un filtre (4), selon lequel à l'aide d'au moins un capteur (9;10;11) on mesure en continu ou par intervalles au moins une valeur de mesure (Sdp ; Sv), à partir de laquelle on peut dériver l'état d'utilisation du dispositif de conditionnement, comprenant les étapes suivantes :

25 - la valeur de mesure (Sdp ; Sv) est envoyée à un système électronique d'évaluation (16);

30 - l'état d'utilisation du dispositif de conditionnement (1) est déterminé par les valeurs de mesure (Sdp ; Sv);

35 - sur la base de données et/ou de dépendances fonctionnelles mémorisées dans l'unité électronique d'évaluation (16), et compte tenu de coûts de l'énergie et/ou de coûts spécifiques concernant le dispositif de conditionnement (1), les effets de l'état d'utilisation du dispositif de conditionnement (1) sur les coûts de fonctionnement de l'installation complète sont déterminés au moins de façon approximative;

40 - sur la base de données et/ou de dépendances fonctionnelles, mémorisées dans l'unité électronique d'évaluation (16), les coûts pour un remplacement ou une régénération du dispositif de conditionnement (1) sont déterminés et sont comparés à des effets de l'état d'utilisation sur les coûts de fonctionnement;

45 - un affichage correspondant est exécuté dans

un appareil d'affichage (24) à partir de l'instant où le remplacement ou la régénération est globalement plus économique que la poursuite du fonctionnement jusqu'à la défaillance technique complète du dispositif de conditionnement (1).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les mesures et les calculs sont exécutés pendant des intervalles de temps, auquel cas les coûts, qui sont provoqués par l'état d'utilisation du dispositif de conditionnement, sont calculés sur la base de pertes d'énergie pour chaque intervalle de temps situé entre deux mesures, et à partir de ces valeurs, les coûts globaux depuis la dernière régénération ou le dernier remplacement du dispositif de conditionnement sont calculés, en particulier des coûts de production réduite en raison de l'état d'utilisation du dispositif de conditionnement pouvant être additionnés, en tant que coûts fictifs, aux coûts dûs aux pertes d'énergie.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'à chaque instant de calcul, à la perte globale d'énergie est ajoutée une perte fictive d'énergie, qui correspond aux coûts de la génération ou du remplacement du dispositif de conditionnement.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que la somme de la perte totale d'énergie et de la perte fictive d'énergie à chaque instant de calcul est divisée par le temps qui s'est écoulé depuis la dernière régénération ou le dernier remplacement, éventuellement augmenté de la durée nécessaire pour la régénération ou le remplacement, et le quotient est comparé au quotient de l'instant de calcul précédent, un signal étant régénéré lorsque le quotient est supérieur au quotient précédent.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que lors du remplacement ou de la régénération, une mémorisation des données de fonctionnement caractéristiques du cycle de fonctionnement terminé s'effectue pour l'évaluation de longue durée dans l'unité électronique d'évaluation (16), ce qui permet, notamment dans le cas de dispositifs de conditionnement ne pouvant pas être complètement régénérés, de tenir compte conjointement du moment où le dispositif de conditionnement devrait être remplacé au lieu d'être régénéré.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif de conditionnement (1) est un élément de filtre (6) servant à purifier des fluides (7), dans lequel la résistance d'écoulement augmente lorsque la consommation augmente.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que, en tant que valeurs de mesure (Sdp; Sv) pour l'obtention de l'état d'utilisation du dispositif de conditionnement (1), on mesure la perte de pression (DP) dans le dispositif de conditionnement (1) et la quantité (V) du fluide (7) qui traverse le dispositif de conditionnement (1).

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la durée de vie maximale (ΔT_3) et/ou la capacité maximale jusqu'à l'utilisation technique complète du dispositif de conditionnement (1) sont déterminées par extrapolation à partir de la variation dans le temps de l'état d'utilisation déterminé du dispositif de conditionnement (1) moyennant l'adjonction de valeurs d'expérience ou de fonctions d'expérience mémorisées, et sont affichées.

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la détermination des valeurs de mesure (Sdp; Sv) s'effectue pendant des intervalles de temps (ΔT_a) pouvant être prédéterminés, notamment dans des intervalles de 1 minute à 24 heures.

10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, selon lequel le dispositif de conditionnement (1) contient un filtre (4) qui est disposé entre une canalisation d'arrivée (2) et une canalisation de départ (3) et comporte un élément de filtre (6), et selon lequel, en supposant des débits quantitatifs de fluide prédéterminés approximativement constants (V), la pression différentielle (DP) dans le filtre (4) est mesurée en tant que valeur de mesure (Sdp), caractérisé par les étapes suivantes :

- calcul et mémorisation d'une baisse de puissance (ΔN), que provoque le salissement de l'élément de filtre (6) en raison de la pression différentielle accrue (DP), qui y est liée, en fonction ($\Delta N = f(DP)$) de la pression différentielle (DP) dans une mémoire de fonction (20) de l'unité électronique d'évaluation (16);
- détermination de la pression différentielle instantanée (DPa) pendant des intervalles de temps prédéterminés (ΔT_a) à partir des valeurs de mesure (Sdp);
- détermination de la baisse de puissance instantanée ($\Delta N(n)$) sur la base de la fonction ($\Delta N=f(DP)$) mémorisée dans la mémoire de fonctions (20);
- détermination de la baisse d'énergie instantanée (ΔE_a), que la baisse de puissance déterminée (ΔN) a provoquée pendant le dernier intervalle de temps (ΔT_a), notamment conformément à la formule

$$\Delta E_a = \Delta T_a * (\Delta N(n) + \Delta N(n-1)) / 2,$$

la baisse de puissance instantanée $\Delta N(n-1)$ étant valable au début du dernier intervalle (ΔT_a) et la baisse de puissance instantanée $\Delta N(n)$ étant valable à la fin du dernier intervalle de temps (ΔT_a);

e. formation d'une somme d'énergie (ΔE) de préférence de toutes les baisses d'énergie instantanées (ΔE_a), qui sont apparues pendant tous les intervalles de temps (ΔT_a) additionnés pour former un intervalle de temps global (ΔT_1), depuis le début du fonctionnement du filtre (4), avec un élément de filtre propre (6);

f. formation d'une somme de coûts (ΣK) de préférence selon la formule $\Sigma K = \Delta E * X + K_k + K_s$, qui apparaîtrait globalement lors d'un remplacement ou d'une régénération de l'élément de filtre (6) à l'instant présent (T_1), X désignant les coûts de l'unité d'énergie, K_k les coûts du nouvel élément de filtre (6) ou les coûts de régénération de l'élément de filtre (6), et K_s d'autres coûts liés au fonctionnement du filtre (4) et à la régénération ou au remplacement et à la mise au rebut de l'élément de filtre sale (6);

g. calcul de coûts de fonctionnement de préférence moyens par unité de temps (K_{bm}) pour l'intervalle de temps global (ΔT_1), conformément à la formule $K_{bm} = \Sigma K / \Delta T_1$;

h. calcul de la dérivée instantanée en fonction du temps (t) des coûts de fonctionnement moyens par unité de temps, notamment conformément à la formule $A(n) = (K_{bm}(n) - K_{bm}(n-1)) / \Delta T_a$, et mémorisation de cette valeur de la pente instantanée ($A(n)$) dans une mémoire de valeurs de fonctionnement (21);

i. déclenchement d'un affichage d'avertissement sur un appareil d'affichage (24) lorsque la pente instantanée ($A(n)$) possède une valeur égale ou supérieure à zéro.

11. Procédé selon la revendication 10, selon lequel au lieu de l'hypothèse d'un débit quantitatif fluidique prédéterminé (V) constant, on mesure ce dernier en tant que valeur de mesure (SV) et on en tient compte lors du calcul de la baisse de puissance (ΔN).

12. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que, dans le cas d'un remplacement ou d'une régénération de l'élément de filtre (6), une mémorisation de données de fonctionnement caractéristiques pour l'évaluation de longue durée est exécutée dans la mémoire de valeurs de fonctionnement (21) pour le cycle de fonctionnement terminé et pour le début du nouveau cycle de fonctionnement.

13. Procédé selon l'une des revendications 10, 11 ou 12, caractérisé en ce qu'à partir de l'allure de la fonction des coûts de fonctionnement moyens par unité de temps (K_{bm}) en fonction du temps (t), on détermine une tendance de cette fonction et un signal de réserve de fonctionnement (Sbr) est produit en fonction de la tendance déterminée.

14. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que

- un signal de durée de vie restante ($Srld$) est formé à partir du signal de réserve de fonctionnement (Sbr),
- qu'une durée de vie restante (ΔT_2) à laquelle on s'attend jusqu'au remplacement recommandé ou jusqu'à la régénération recommandée de l'élément de filtre (6), est déterminée à partir de l'amplitude du signal de durée de vie restante ($Srld$),
- que la suite de la variation dans le temps des coûts de fonctionnement moyens par unité de temps (K_{bm}) est déterminée à partir d'un nombre de $m+1$ pentes ($A(n)$, $A(n-1)$, $A(n-2)$, ... $A(n-m)$) de la courbe des coûts de fonctionnement, m possédant de préférence une valeur égale au moins à trois,
- que l'instant, auquel les coûts de fonctionnement par unité de temps (K_{bm}) prennent une valeur minimale et la pente ($A(n)$) est égale ou supérieure à zéro, est calculé.

15. Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'on détermine comme durée de vie restante (ΔT_2), l'intervalle de temps entre l'instant (T_1), décrit par l'intervalle de temps global (ΔT_1), et l'instant auquel les coûts moyens de fonctionnement par unité de temps (K_{bm}) prendront leur valeur minimale.

16. Procédé selon l'une des revendications 13 à 15, caractérisé en ce qu'à partir du signal de réserve de fonctionnement (Sbr), la durée de vie restante (ΔT_2) est affichée sur un appareil d'affichage (24).

17. Procédé selon l'une des revendications 10 à 16, caractérisé en ce que les coûts introduits (X) d'une unité de temps incluent des coûts de l'unité d'énergie électrique et un rendement de production de pression pour le fluide (7).

18. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que dans le cas d'un dispositif de conditionnement régénérable (1), les effets d'une modification de l'état de fonctionnement, qui subsistent après la régénération respective, notamment d'un salissement résiduel, sur les coûts de fonctionnement de l'ensemble de l'installation et/ou

sur les coûts de régénération sont déterminés au moins approximativement à partir de la multiplicité des données de fonctionnement qui caractérisent, après des régénérations exécutées du dispositif de conditionnement (1), notamment d'un élément de filtre (6), le cycle de fonctionnement respectivement terminé au début du cycle de fonctionnement du nouveau cycle de fonctionnement respectivement mémorisé, et à partir de là les coûts totaux de fonctionnement y compris les coûts de régénération incidents, peuvent être calculés notamment lors d'un contrôle superposé. 5

19. Procédé selon la revendication 18, caractérisé en ce qu'un signal indiquant qu'à un instant, un remplacement d'au moins une partie du dispositif de conditionnement est plus économique que la poursuite du fonctionnement avec des régénérations, est délivré à un appareil d'affichage (24), notamment à un appareil d'affichage (24) associé au dispositif de conditionnement (1). 10

20. Dispositif de contrôle et/ou d'affichage, axé sur le coût, de l'état de fonctionnement d'un dispositif de conditionnement remplaçable ou régénérable (1), parcouru par un fluide (7), à savoir un dispositif ou une installation, qui élimine des impuretés mécaniques ou chimiques d'un fluide ou retire des substances contenues à l'état dissous ou modifie la température ou l'état d'agrégation du fluide, dans une installation complète, le dispositif présentant les caractéristiques suivantes : 15

- au moins un capteur de mesure (11,12) pour enregistrer un paramètre de l'état de fonctionnement du dispositif de conditionnement; 20
- une unité d'introduction (23) pour des données et/ou des relations fonctionnelles, notamment concernant des coûts d'énergie, des baisses d'énergie et/ou des coûts spécifiques concernant le dispositif de conditionnement (1); 25
- une unité de mémoire comportant des mémoires non volatiles (19) pour ces données et/ou des relations fonctionnelles; 30
- une unité de calcul (22) reliée à l'unité de mémoire, et 35
- un dispositif de signalisation ou d'affichage (28,29) associé au dispositif de conditionnement. 40

21. Dispositif de contrôle et/ou d'affichage, axé sur le coût, de l'état de fonctionnement d'un dispositif de conditionnement remplaçable ou régénérable (1), parcouru par un fluide (7), à savoir un dispositif ou une installation, qui élimine des impuretés mécaniques ou chimiques d'un fluide ou retire des substances contenues à l'état dissous ou modifie la température ou l'état d'agrégation du fluide, notamment d'un filtre (4), dans une installation complète, dans laquelle à l'aide d'au moins un capteur (9;10;11) est mesurée en continu ou à des intervalles au moins une valeur de mesure (Sdp; Sv), à partir de laquelle l'état d'utilisation du dispositif de conditionnement (1) peut être obtenu, le dispositif présentant les caractéristiques suivantes : 5

- au moins un capteur (9,10;11) pour produire des valeurs de mesure (Sdp; Sv), à partir desquelles l'état d'utilisation du dispositif de conditionnement (1) peut être déterminé dans une unité électronique d'évaluation (16);
- une unité électronique d'évaluation (16) associée au dispositif de conditionnement (1) et comportant une unité d'entrée (23) pour des données et au moins une entrée de valeurs de mesure (18);
- des mémoires non volatiles (19) pour des valeurs pouvant être prédéterminées de coûts d'énergie, de coûts de régénération et/ou de remplacement du dispositif de conditionnement (1) et/ou des relations fonctionnelles de paramètres ainsi que la mémorisation de longue durée de données de fonctionnement étant présentes dans l'unité d'évaluation électronique (16), et
- l'unité électronique d'évaluation (16) comporte une unité de calcul (22) pour calculer et comparer des coûts et une unité de sortie (26) pour commander un appareil d'affichage (24) ou pour délivrer un signal par l'intermédiaire d'une sortie supplémentaire de signal (38); et
- un appareil d'affichage (24) pour afficher les valeurs ou signaux déterminés dans l'unité électronique d'évaluation (16). 20

22. Dispositif selon la revendication 21, caractérisé en ce qu'il contient les composants suivants : 25

- un capteur de pression (10), qui délivre la valeur de mesure (Sdp) caractérisant la pression différentielle (DP) de l'élément de filtre (6);
- un transducteur (25) pour recevoir les valeurs de mesure (Sdp) par l'intermédiaire d'entrées de valeurs de mesure (18) et/ou déterminer la pression différentielle instantanée (DPa) à partir des valeurs de mesure (Sdp);
- une mémoire de fonctions (20), de préférence pour mémoriser une baisse de puissance (ΔN) en fonction de la pression différentielle (DP) de l'élément de filtre (6) en tant que variables d'une fonction ($\Delta N = f(DP)$);
- des moyens pour introduire une fonction et/ou une grandeur de coût (X; K₁; K₂) et/ou un intervalle de temps (ΔT_a);
- une unité de calcul (22) comportant une mémoire (19) et/ou une mémoire de valeurs de 30

fonctionnement (21);

- des moyens pour produire un signal de réserve de fonctionnement (Sbr);
- des moyens pour afficher le signal de réserve de fonctionnement (Sbr).

5

23. Dispositif selon la revendication 22, caractérisé en ce qu'il est prévu en supplément un capteur de débit (11) qui délivre des valeurs de mesure (Sv) caractérisant le débit quantitatif fluidique (V) et dont les valeurs de mesure (Sv) sont également envoyées à l'unité de calcul (22), la mémoire de fonctions contenant de préférence la baisse de puissance (ΔN) en fonction de la pression différentielle (DP) de l'élément de filtre (6) et du débit quantitatif fluidique (V) en tant que variables d'une fonction ($\Delta N = f(DP; V)$).

24. Dispositif selon la revendication 20, 21, 22 ou 23, caractérisé en ce que ce dispositif est associé directement dans l'espace à un dispositif de conditionnement (1), notamment un filtre (4) ou un boîtier de filtre (5, 5a, 5b).

25. Dispositif selon l'une des revendications 20 à 24, caractérisé en ce qu'au moins une partie du dispositif peut être reliée par une liaison amovible, contenant des contacts électriques (54), au reste du dispositif.

26. Dispositif selon la revendication 25, caractérisé en ce que ce dispositif comporte un clavier amovible et/ou un dispositif d'affichage amovible.

27. Dispositif selon l'une des revendications 20 à 26, caractérisé en ce que l'unité d'évaluation comporte une unité électronique de mesure.

28. Dispositif selon l'une des revendications 20 à 27, caractérisé en ce qu'un capteur de pression (10) est présent en amont de l'élément de filtre (6) et en aval de l'élément de filtre (6).

29. Dispositif selon l'une des revendications 20 à 27, caractérisé en ce que le capteur de mesure, qui délivre la valeur de mesure caractéristique (Sdp) de la pression différentielle (DP) dans l'élément de filtre (6), est un capteur de pression (12), qui est raccordé en aval de l'élément de filtre (6) et mesure la baisse de pression par rapport à la pression ambiante, et que la canalisation d'arrivée (2) du filtre (4) reçoit le fluide (7), notamment de l'air, provenant de l'environnement (32).

30. Dispositif selon l'une des revendications 22 à 27, caractérisé en ce que le système de mesure de pression différentielle (13) comporte une sortie électrique analogique.

55

31. Dispositif selon l'une des revendications 20 à 30, caractérisé en ce que ce dispositif comporte un capteur (11) mesurant le débit fluidique quantitatif (V).

32. Dispositif selon la revendication 31, caractérisé en ce que le capteur de débit (11) est un système de mesure de pression différentielle (13) qui mesure la pression dynamique du fluide en circulation (7).

33. Dispositif selon la revendication 31, caractérisé en ce que le capteur de débit (11) est un capteur de vitesse de rotation (15) qui mesure la vitesse de rotation d'une machine de travail branchée en aval du filtre (4).

34. Dispositif selon la revendication 31, caractérisé en ce que le capteur de débit (11) est un capteur de vitesse de rotation (15) qui mesure la vitesse de rotation de la pompe (33) produisant le courant de fluide (V).

35. Dispositif selon l'une des revendications 20 à 24, caractérisé en ce que la durée de vie restante (ΔT_2) peut être affichée sur un appareil d'affichage (27;28;29).

36. Dispositif selon l'une des revendications 20 à 35, caractérisé en ce qu'une batterie (30) ou un accumulateur est présent en tant que source d'énergie.

37. Dispositif selon l'une des revendications 20 à 35, caractérisé en ce que le dispositif possède une liaison à un réseau d'alimentation en courant (31).

38. Dispositif selon l'une des revendications 20 à 37, caractérisé en ce que l'ensemble du dispositif est intégré dans un boîtier (5a; 5b) d'un dispositif de conditionnement, notamment d'un filtre (4).

39. Dispositif selon l'une des revendications 20 à 37, caractérisé en ce que l'ensemble du dispositif est intégré dans un boîtier (17), qui est fixé à un boîtier (5) du filtre (4).

40. Dispositif selon l'une des revendications 21 à 37, caractérisé en ce que l'unité d'évaluation électronique (16) est fixée directement au dispositif de conditionnement (1).

50

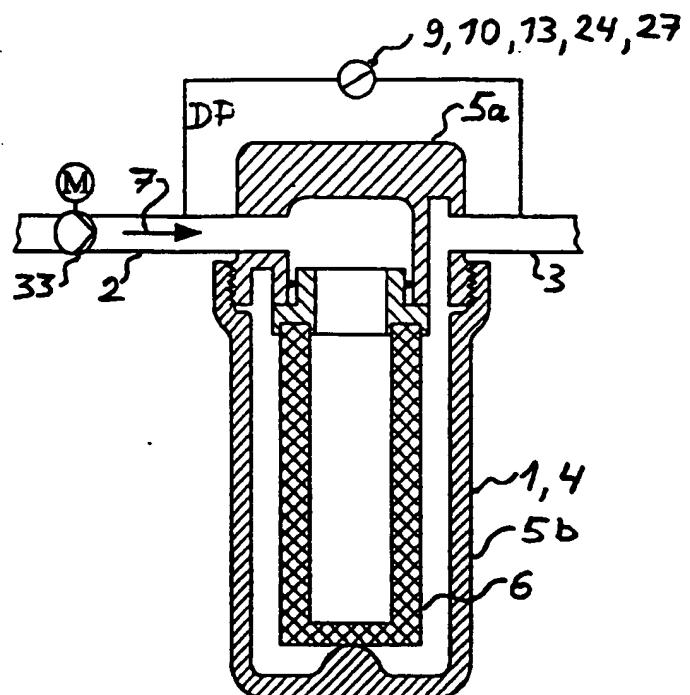


Fig. 1

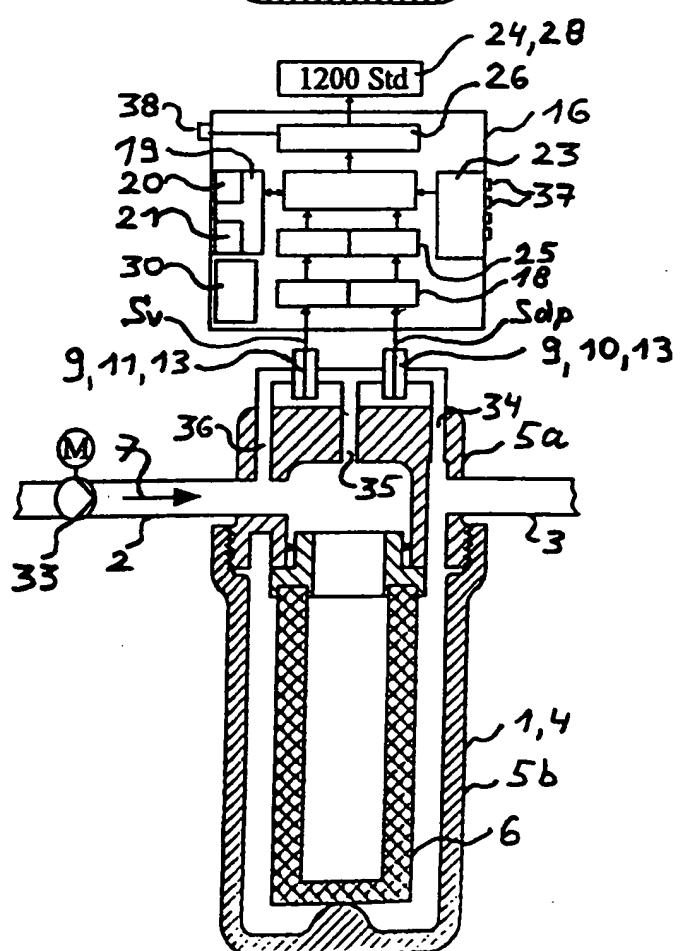


Fig. 2

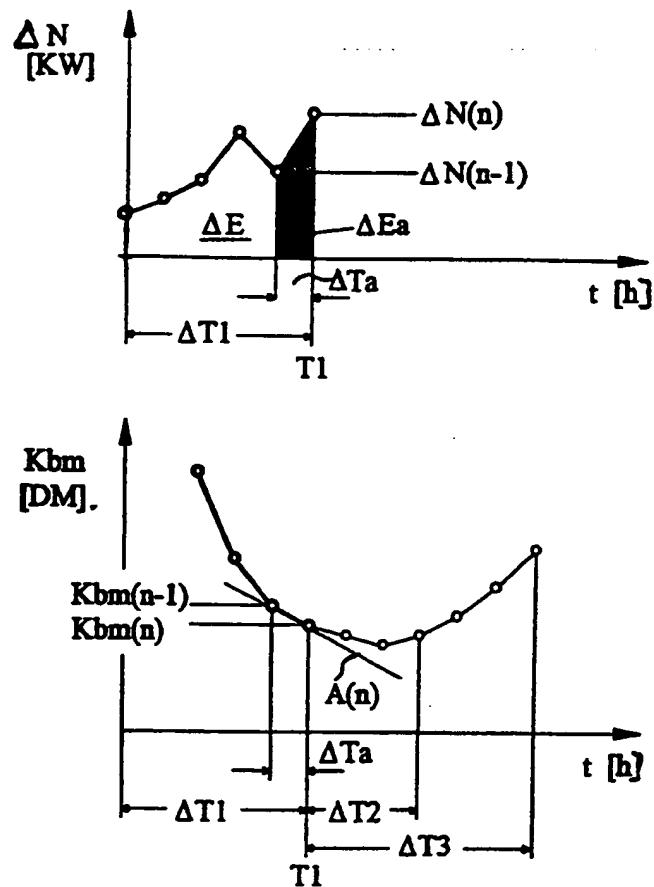


Fig. 3

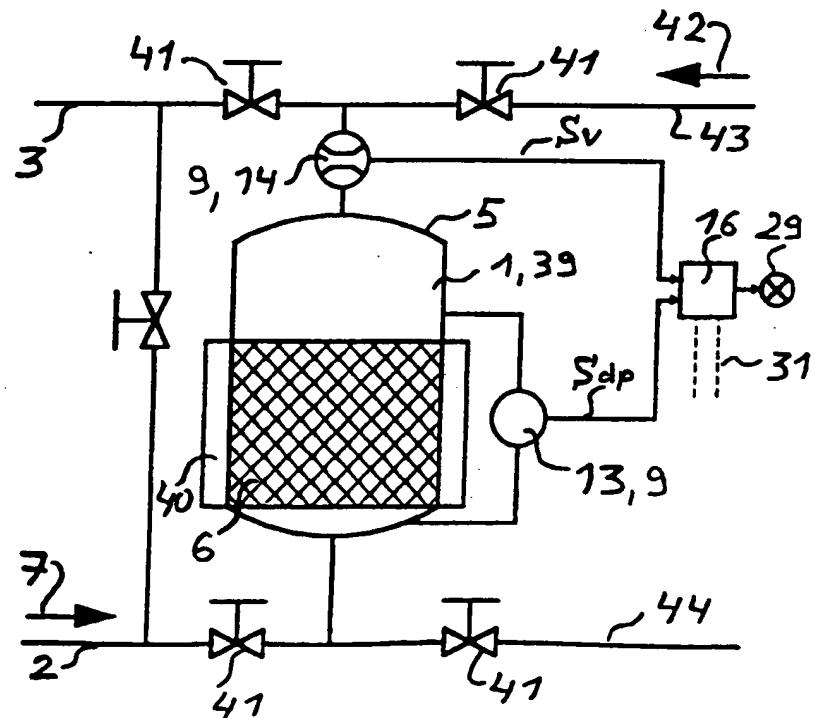


Fig. 4

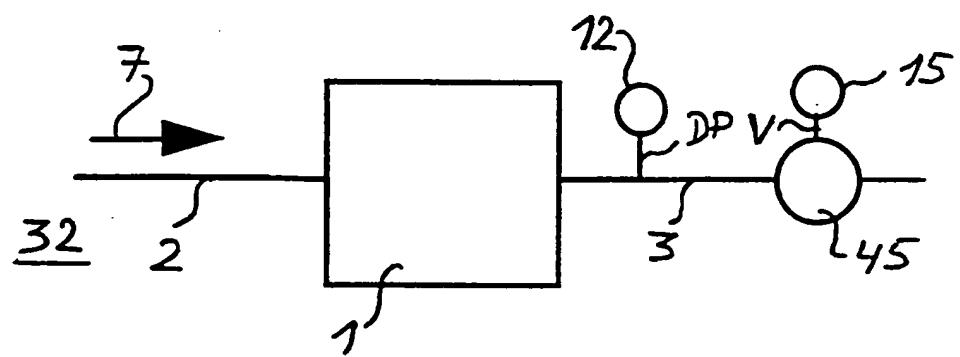


Fig. 5

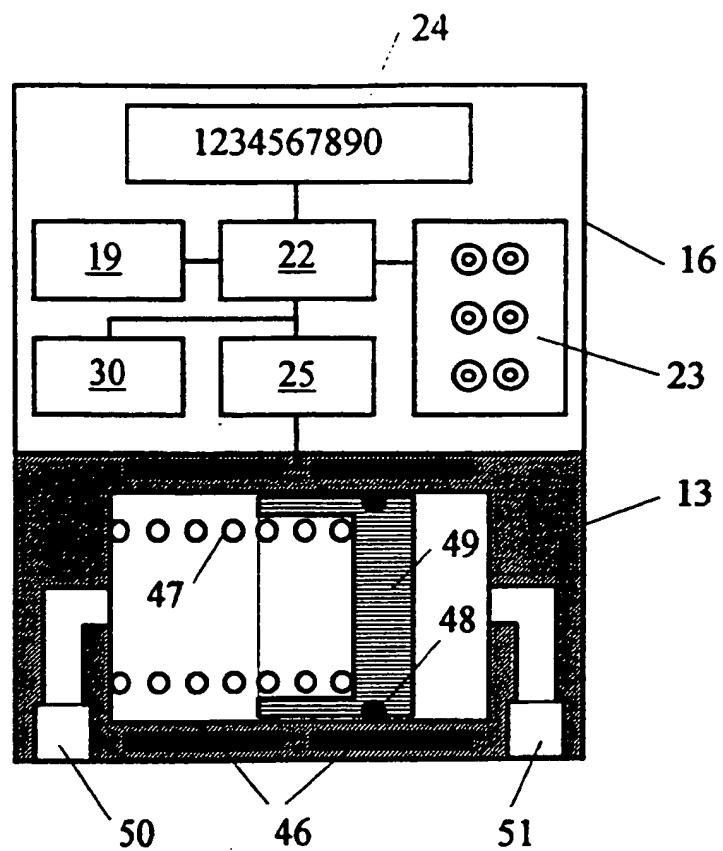


Fig. 6

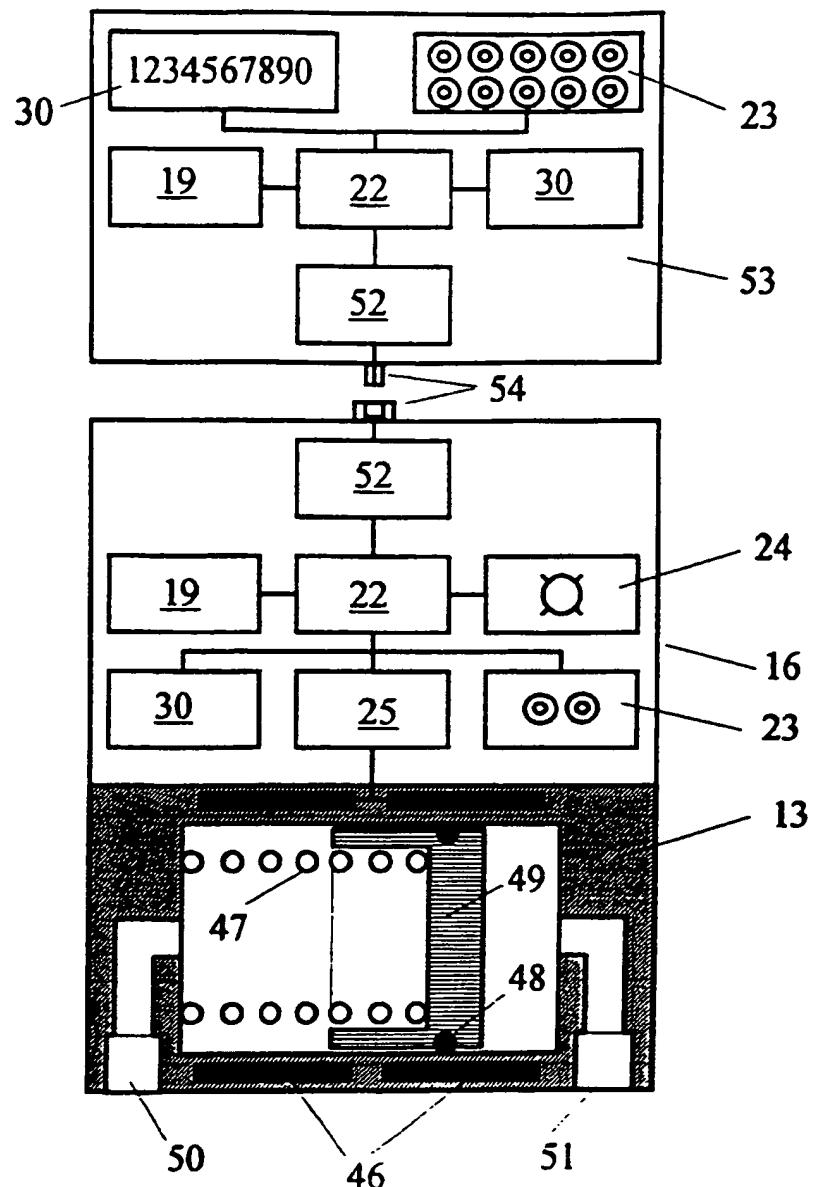


Fig. 7

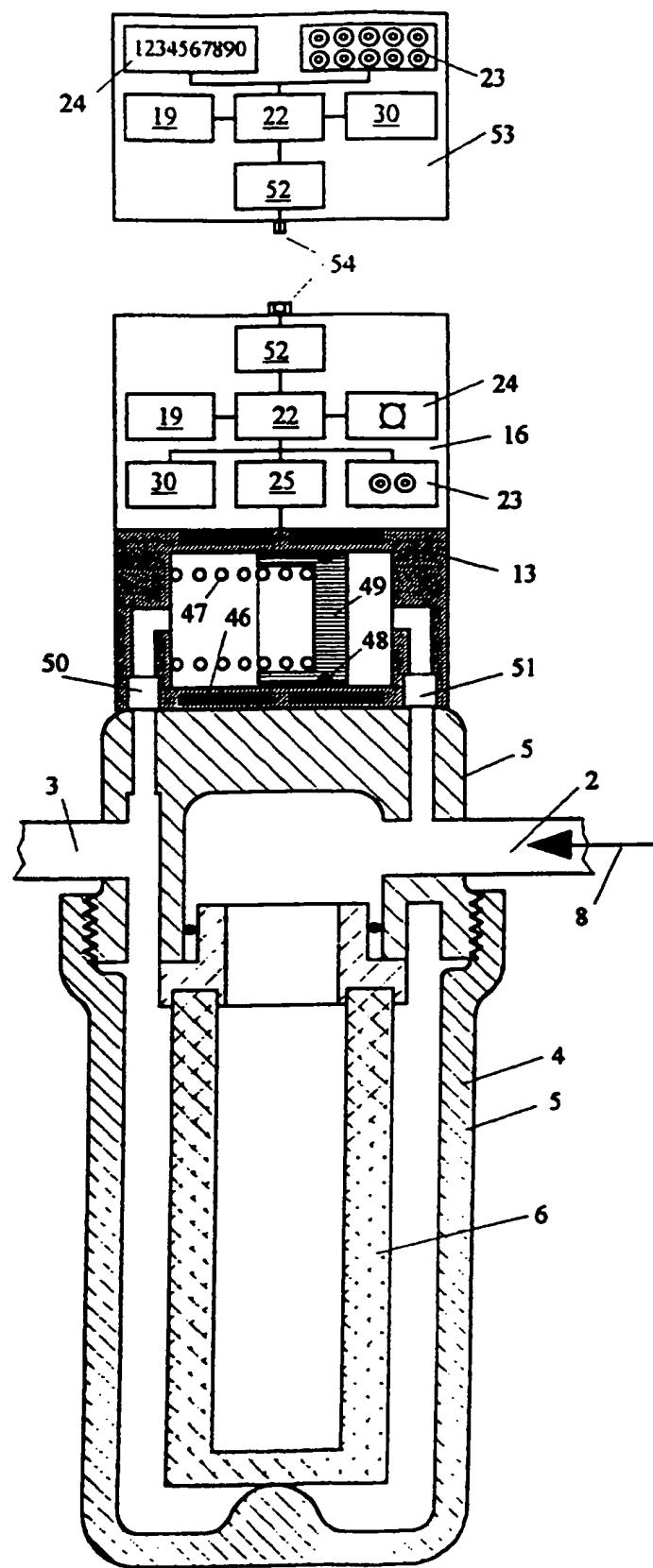


Fig. 8